ELEMENTI
DI FISICA SPERIMENTALE

COMPOSTI

PER USO DELLA REGIA UNIVERSITA'

DAL TENENTE COLONNELLO

GIUSEPPE SAVERIO POLI

Presidente della R. Accademia Militare

GIA' ISTRUTTORE DI S. A. R.

IL PRINCIPE EREDITARIO DELLE SICILIE;

Membro Brittannico della Società Reale di Londra; Socio dell' Accademia dell' Istituto di Bologna, di Torino, di Verona, di Siena; Pensionario della Reale Accademia delle Scienze di Napoli, ec.

EDIZIONE NOVISSIMA TRATTA DALLA QUINTA EDIZIONE DI NAPOLI,

Rinnovata, notabilmente accresciuta, e corredata di Note dall' Autore.

TOMO IV.

IN VENEZIA 1804
PRESSO ANDREA SANTINI
Con Permissione, e Privilegio.

Hominis sapientia est, ut neque te omnia scire putes, quod Dei est; neque omnia nescire, quod est pecudis. Est enim aliquod medium, quod sit hominis; idest SCIENTIA CUM IGNORATIONE CONJUNCTA, ET TEMPERATA.

Lactant. Div. Instit. Lib. III Cap. VI.

LEZIONE XVIII.

Su 'l Suono.

1174. ABbiam considerato fin quì la natura, e le proprietà dell'aria in quiete; ma siccome messa ella in moto viene a produrre o il vento, o il suono, ragion vuole, che rivolgiamo le nostre investigazioni sull' uno, e sull' altro. Cominceremo dall' ultimo, siccome quello, che non eccita nell' aria, se non se un moto insensibile.

ARTICOLO I.

Del Suono considerato nel corpo sonoro, e nel mezzo, che lo trasmette.

1175. AFfin di poter dare una giusta, e adeguata idea del suono, uopo è rimontare alla sua prima origine, ch'è nel corpo sonoro. Ora un corpo, per esser sonoro, forz'è che sia fornito d'un certo grado di elasticità, senza di cui, essendo egli percosso, produrebbe uno strepito confuso, ma non un suono distinto. Battete un pezzo di piombo, di sego, di cera, ec., che certamente non sono elastici: non ne sentirete che il colpo. Ove però la percossa cada sopra d'un pezzo d'acciajo, di bronzo, di vetro, ec., debitamente sospeso, renderà egli un suono più o meno sensibile, a misura che sarà più o meno elastico.

1176. Tostochè si percuote un corpo sonoro,

vengonsi a generare in esso due diversi movimenti, uno de' quali chiamerem *moto totale*, e l'altro *parziale*. Il moto totale è quello, con cui si muovono tutte le parti del corpo sonoro insieme unite, dimanierachè gli fa cambiare notabilmente la sua figura. Una campana, esempigrazia, nell'atto che suona, cangia il suo orlo circolare A B (e così corrispondentemente tutto il resto) nella forma ellittica CD; indi nella E F; e così alternativamente. Ma nell'atto medesimo, che ciò siegue, le parti della campana concepiscono un certo fremito, o vogliam dire un certo movimento di vibrazione insensibile, in forza della propria loro elasticità, mercè di cui vengono elleno in certo modo ad urtarsi le une colle altre. Questo è ciò, che vuolsi intendere per moto parziale.

Tav. I. Fig. 3.

1177. Per potersi assicurare dell' esistenza de' riferiti due moti, fa mestieri che si ricorra agli esperimenti. Abbiasi un anello di acciajo di figura circolare, simile ad A B; e sospesolo con quattro fili al punto R, gli si pongano quasi a contatto quattro palline di ottone C, D, E, F, appese anch' esse a quattro fili, annessi ai quattro ganci H, I, G, K. La sola pallina F dee toccarlo al di dentro; ma tutte le rimanenti al di fuori, come si scorge nella Figura. Disposte così le cose, si distacchi dall' anello, e si elevi alquanto in alto la pallina D, affinchè lo vada a percuotere nella caduta. E' bello il vedere nell' atto della percossa, che la pallina F è spinta in dentro verso il centro L; e le altre due C, ed E, sono lanciate, una verso M, e l' altra verso N. La qual cosa indica in una maniera evidentissima, che

Tav. I. Fig. 1.

che l'anello ha dovuto cangiare in quell'istante la sua forma circolare A B nell'ellittica M N; giacchè altrimenti non sarebbesi potuto produrre l'effetto divisato.

1178. Per ciò che riguarda il moto parziale, può ravvisarlo ognuno da se coll'applicare una mano ad una campana nell'atto che suona. Sentirà, ciò facendo, un certo fremito, o leggerissimo tremore, da cui sono agitate tutte le parti della campana. Lo stesso si ravviserà parimente coll'applicar la mano a qualunque altro corpo sonoro d'una notabil grandezza. E' questa una scoperta, di cui siam debitori a'Signori de la Hire, Perrault, e Carrè, come si scorge dalle Memorie dell'Accademia delle Scienze di Parigi, ove questa materia trovasi sviluppata molto diffusamente.

1179. Ciò posto impertanto, uopo è sapere, che il suono non vien prodotto, se non se in virtù delle vibrazioni parziali (§. 1176). Prendete tralle mani una di quelle molle, di cui sogliam far uso per rattizzare il fuoco ne'cammini: stringetene le due aste colle dita sì che giungano a toccarsi l'una coll'altra; indi ritirate immediatamente la mano per lasciarle in libertà: concepiranno elleno un sensibilissimo moto di vibrazione, ma non produrranno alcun suono. Or in luogo di moverle nel modo indicato, battetele con una chiave, o con altro simile ordigno. Cosa ne avverrà? Non solamente avranno elleno il moto di vibrazione accennato dianzi, ma produrranno del suono (a).

Qual

(a) Questo sperimento riuscirà più piacevole, e più soddisfa-

Qual mai può esser la cagione di un siffatto divario? Non altra certamente, se non se questa; cioè a dire, che in questo secondo caso, oltre al moto totale, che si comunica alle molle, non altrimenti che nel primo, si eccita un certo fremito, o vogliam dir tremolìo nelle loro particelle, dal quale soltanto abbiam detto venir cagionato il suono. Tuttociò, ch'è capace di distruggere cotesto moto, distrugge conseguentemente il suono. Di quì è, che l'applicazione della mano, d'un panno di lana, o d'altra cosa simile, sopra d'una campana, o su altro stromento di tal natura, o ne diminuisce il suono, o lo fa cessar di suonare.

1180. Essendo l'aria dotata di forza elastica, ne dee necessariamente seguire, che il moto di vibrazione riferito dianzi comunicar si dee all'aria, che circonda immediatamente il corpo sonoro; e da quella allo strato d'aria a se vicino; e così di mano in mano. Cotesti strati, che rappresentar si possono giustamente alla guisa di tante sfere concentriche B, C, D, quando il corpo sonoro sia A, debbono riagire in conseguenza contro la forza, che tende in certo modo a condensarli; talmentechè lo strato D riagirà contro C; questo contro B; e B

Tav. I. Fig. 2.

---

sfacente, quando in vece delle molle, vogliasi far uso del picciolo stromento destinato a dare il tuono di *Alamirè*, o di *Cesolfaut* nell'accordo de' cembali, e che presso di noi dicesi volgarmente *Corista*. Se ne vegga la forma nella Fig. 18. della Tav. I. Tenendo il suo piede A stretto fra due dita, si dà un forte colpo con una delle sue aste B sopra l'orlo di un tavolino: indi poggiando il detto piede A, senza indugio veruno, ritto in piedi sul tavolino stesso, come scorgesi nella Figura, si eccita all'istante un suono vivo, ed aggradevole, accompagnato da un certo fremito, ch'è capace di durare una trentina di minuti secondi.

Tav. I. Fig. 18.

e B contro A, da cui egli è stato spinto verso D. Per la qual cosa il corpo sonoro dovrà riguardarsi appunto, come situato nel centro di una gran massa d'aria di figura sferica, le cui particelle sono perpetuamente agitate da un fremito del tutto analogo a quello, che si eccita in esso durante il tempo, ch' egli suona. Ecco qual è l'idea la più naturale della propagazione del suono; ed ecco parimente la ragione, onde accade, che il suono si diffonde intorno intorno; e che, in qualunque situazione altri si trovi rispettivamente al corpo sonoro, purchè sia egli però entro la sfera della sua attività, non manca giammai di sentirlo.

1181. Uopo è quì avvertire per ischivare ogni errore, che le divisate onde sonore, le quali diffondonsi in giro, non si propagano con moto progressivo alla guisa delle picciole onde circolari generate nell'acqua dal gettarvi dentro una pietra. Queste partendosi dal centro, van procedendo di mano in mano in avanti, cosicchè la medesima onda si va successivamente discostando dal centro stesso; quelle al contrario non si dipartono dal sito, in cui sono: le più interne urtano le più lontane a se contigue; e queste, riagendo in parte opposta contro di quelle, e così alternativamente, cagionano l'indicato fremito in tutta la massa aerea. Tav. I. Fig. 2.

1182. Dalla dichiarata idea della propagazione del suono non solamente si rileva la ragione, per cui egli si va affievolendo di mano in mano, a misura che si discosta dal corpo sonoro, ma eziandio la legge, con cui si fa cotesto affievolimento. Il fremito eccitato in A è la forza, che va ad eccitarne uno simile nel-

lo strato B di aria. Da questo si cagiona il fremito in C; e dal fremito di C procede quello di D. La sola ispezione della Figura è sufficientissima a far rilevare, che l'efficacia del fremito eccitato in B, dovendosi comunicare allo strato C di se maggiore, dee necessariamente scemarsi; imperciocchè quella determinata forza passa a distribuirsi ad un maggior numero di parti, ciascuna delle quali avrà per conseguenza minor moto di quello, ch'hanno le parti dello strato B. Per la ragione medesima la detta efficacia sarà minore in D, che in C; e così successivamente. Or siffatta diminuzione esser dee proporzionale alla superficie degli strati, ossia delle sfere aeree B, C, D, ec. E poichè le superficie delle sfere sono tra se come i quadrati de' loro semidiametri; chiaro si scorge, che l'efficacia del suono esser dee nella ragione inversa de' quadrati delle distanze dal corpo sonoro; che val quanto dire, che un determinato suono sarà 4 volte più debole alla distanza di 2 piedi; 9 volte più debole alla distanza di 3 piedi; e così in appresso; appunto come si è detto della forza di gravità (§. 77).

1183. Che la propagazione del suono si faccia col mezzo dell'aria (§. 1180) si dimostra da ciò, che non si può giammai sentire alcun suono senza la presenza dell'aria. Ponete nel Recipiente della Macchina pneumatica l'apparecchio destinato a tal uopo, ch'altro non è, se non che un campanello, che può sonar da se per forza d'una molla: mettetelo in moto; e cominciate intanto a votare il detto Recipiente. Il suono, cui sentirete ben chiaro in sulle

pri-

prime, si andrà facendo più debole, a misura che vi si cagiona il voto: e quando questo sarà già formato, cesserà egli intieramente, quantunque il martellino continui a percuoter come prima il detto campanello. Restituite l'aria al Recipiente, il suono ritornerà a sentirsi; e andrà crescendo, a proporzione che il Recipiente si andrà riempiendo di aria.

1184. Questa verità viene ulteriormente confermata dallo scorgersi, che il suono si rende più vigoroso, date uguali le altre cose, col render l'aria più densa, e più elastica. Ci assicura di ciò l'ordinaria Macchina di compressione (§. 792), onde vediamo, che il suono del campanello, indicato nel §. antecedente, si va rendendo più forte, e più sensibile, a misura che si va comprimendo l'aria nel suo Recipiente. Scorgiamo ancor noi qualche sorta di divario ne' suoni in tempo d'inverno, e di state, in tempi sereni, secchi, piovosi, ec., ne' quali l'aria soffre dell'alterazione nella sua densità, e nella molla.

1185. Comechè tutto cospiri a convincerci esser l'aria un mezzo necessarissimo per la propagazione del suono, egli è indubitato similmente potersi quello propagare col mezzo dell'acqua. Ho sperimentato io stesso parecchie volte col tuffar la testa nell'acqua a diverse profondità, che si può chiaramente udire il suono prodotto dall'urto di due sassi, da un tiro d'archibuso, dalla voce umana, ec. Altri poi han provato, che lo sparo d'un cannone è riuscito sensibile a persone, ch'erano immerse nell'acqua fino alla profondità di 12 piedi. Costa ugualmente da altri esperimenti, che lo strepito

pito d'una bomba, crepata nel fondo del mare, si è sentito da coloro, ch' eran su'l lido. Non è da negarsi però, che il suono in tali casi s' indebolisce di molto, e rendesi più grave. Nè ci rimane il menomo sospetto, ch' egli possa trasmettersi col mezzo dell' aria frapposta tra le particelle dell' acqua, e non già per via dell' acqua stessa; essendosi sperimentato dall' Abate Nollet, che il divisato effetto producesi costantemente senza il menomo divario qualor si fa uso di acqua, renduta affatto scevra dall' aria.

1186. Ci è riuscito agevole fin quì l' investigare il modo, onde si forma, e si trasmette il suono, poichè non abbiam fatto altro, se non che tener dietro alla guida, ed a' lumi degli esperimenti. Non è però ugualmente facile il rintracciare onde avvenga, che le divisate onde sonore (§. 1180) non si distruggono scambievolmente, o almeno non si confondono; e quindi che si può udire distintamente una moltiplicità di suoni variati nel tempo stesso? Qual numerosa serie di suoni non siam noi capaci di distinguere senz' ombra di confusione in una sinfonìa, in una frotta, in un concerto? Essendo questa una materia di pura specolazione, e che non si può in verun modo rilevare da' fatti, uopo è ricorrere alle ipotesi tralle quali quella del Signor de Mairan merita ragionevolmente la preferenza.

1187. Suppone il Signor de Mairan, che le particelle dell' aria, oltre all' esser di differenti grandezze, son dotate eziandio di diversi gradi di elasticità, appunto come una picciola molla non si può piegare sì facilmente che una

molla

molla più lunga, comechè sieno esse simili in tutto il resto. Questa ipotesi viene avvalorata dall' esempio della luce, le cui particelle, giusta la scoperta di Newton, non son tutte ugualmente rifrangibili. Da questa supposizione crede egli doverne necessariamente seguire, che le diverse ondulazioni, ovver fremiti del corpo sonoro, debbonsi comunicare soltanto a quelle particelle dell' aria circonvicina, le quali, attesa l' analogia, e 'l grado della lor molla, sono atte a ricevere, ed a conservare siffatta sorta di vibrazioni. Per la qual cosa essendoci tante diverse serie di particelle d' aria diversamente mosse, quanti sono i tuoni diversi; seguir dee per conseguenza, che i lor moti non si debbono confondere gli uni cogli altri; e quindi debbonsi distintamente sentire tutt' i tuoni nel tempo stesso.

1188. A dire il vero però, anche ammessa cotesta supposizione, non si può chiaramente concepire perchè le mentovate masse aeree, comechè dotate di diverso grado di elasticità, urtandosi, e riurtandosi in mille guise, non debbano disturbarsi scambievolmente almeno in qualche parte. Che direm dunque? Ci recherem forse a vergogna di non essere idonei allo scioglimento d' una sì astrusa ricerca? No: confessiam francamente la nostra ignoranza, e raddoppiamo i nostri sforzi per poter pervenire una volta a rintracciar la vera spiegazione di un sì meraviglioso, ed intralciato fenomeno.

AR-

ARTICOLO II.

Della velocità, ed estensione del Suono; del suo ripercotimento; e de' mezzi per accrescerne l' intensità.

1189. LA maniera, onde abbiam veduto eseguirsi la propagazion del suono (§. 1180), ci fa apertamente scorgere, ch'ella non è istantanea, ma bensì progressiva. Vien ciò confermato colla massima evidenza possibile non solo dagli esperimenti praticati da' privati Fisici, ma eziandio da quelli, che sono stati fatti da parecchie pubbliche Accademie. I risultati dell' Accademia del Cimento ci rendono informati, che il suono scorre lo spazio di 1185 piedi Parigini nell' intervallo di un minuto secondo. L'Accademia delle Scienze di Parigi gliene assegna 1172: il celebre Cassini 1041; il Cavalier Newton, Flamstedio, ed Halley, 1070, equivalenti a 1142 d'Inghilterra; ed altri 1138. Laonde volendosi attenere ad un calcolo *mezzano*, si potrà tener per fermo, che il suono trascorre 1100 piedi nel divisato intervallo di un secondo. Egli è cosa molto ragionevole il supporre, che le testè rapportate differenze poterono esser cagionate da' diversi stati dell'aria in tempo che si praticarono gli esperimenti, siccome apparirà da ciò che siegue.

1190. In tutto il tratto di tali ricerche seguiremo il risultato degli esperimenti del Dottor Derham, praticati da essolui con una sopraffina diligenza, ed accuratezza, in una pianura di vastissima estensione. Ritrovò egli adunque in primo luogo, che i suoni, sieno debo-

li, sieno forti, trascorrono il medesimo spazio nello stesso intervallo di tempo; giacchè udiva egli nel medesimo istante sì lo sparo di un cannone, che i colpi di un martello, situati ambidue alla distanza di un miglio. 2do. che il moto del suono è del tutto equabile, ed uniforme; imperciocchè lo sparo di un cannone, situato in distanza di un miglio, giugneva al suo orecchio nello spazio di 9 mezzi secondi, ed $\frac{1}{4}$, in distanza di due miglia nello spazio di 18 mezzi secondi, e $\frac{1}{2}$, in distanza di tre miglia nell'intervallo di 27 $\frac{3}{4}$; e così successivamente. La qual cosa per altro erasi determinata dagli Accademici del Cimento prima di Derham. 3°. che siffatta velocità viene accresciuta, oppur ritardata dallo spirar de' venti, favorevole, o contrario; conciossjachè lo strepito d'un cannone, collocato in distanza di 12 miglia, pervenne al suo orecchio nell' intervallo di 111 mezzi secondi, in tempo che soffiava un vento forte, che cospirava col detto romore; laddove il medesimo non vi giunse, che nello spazio di 122 mezzi secondi in tempo che il vento era direttamente contrario, quantunque foss' egli assai mite. 4°. che l'indicata accelerazione, ovvero il ritardo del suono, sono proporzionali alla forza del vento, che gli produce. In fatti un vento favorevole di 4 gradi di forza condusse il detto suono al suo orecchio nello spazio di 113 mezzi secondi; laddove un altro vento simile di 7 gradi di forza gliel portò nello spazio di 111. 5°. finalmente, che i venti, i quali spirano di traverso, non hanno veruna influenza per ritardare, od accelerare il suono.

1191.

1191. Mercè di un calcolo poi istituito su i varj dati delle fin quì mentovate osservazioni, par che si possa stabilire, che la forza di un vento forte contrario può recare al suono un ritardo di circa mezzo miglio per ogni dieci, ch'egli ne scorra; e così a vicenda quand' egli spiri favorevole. E se dagli esperimenti istituiti dall'Accademia del Cimento si rilevò, che lo spirar de' venti non influisce sulla velocità del suono; un tal errore debbesi attribuire all'essersi fatti i tiri del Cannone in picciola distanza, in cui le rapportate differenze di tempo (§. 1190) dovettero per necessità riuscire insensibili.

1192. La conoscenza dello spazio, che il suono può trascorrere nell'intervallo d'un secondo (§. 1189), può riuscire assai profittevole in parecchi casi. Ognun sa, per esempio, che nello sparo d'un' arma da fuoco, fatto in qualche distanza, vedesi prima la fiamma, e poi s'ode il romore, per esser il moto della luce infinitamente più veloce di quello del suono. Laonde gli assedianti d'una Piazza, misurando il tempo, che si frappone tra l'apparir della fiamma, e l'udir lo strepito d'un cannone sparato in quella, possono agevolmente rilevar la distanza, in cui sono dalla medesima. In simil guisa misurando il tempo, che passa tra il folgorar d'un baleno, e 'l tuono, che l'accompagna, si può venire in cognizione della distanza, in cui trovasi allora la nube, che gli produce. In quest' ultimo caso, in cui non si cerca una grande esattezza, si suol far uso per misurare il tempo, delle battute del polso, ciascuna delle quali si computa

per

per un minuto secondo, quantunque ordinariamente in un uomo sano e robusto, sia ella un poco più celere. Così supponendo, che tra il lampo, ed il tuono seguano quattro battute di polso; si potrà dire, che la nube si trova lontana per 4400 piedi, uguali a quattro volte lo spazio, che il suono suol trascorrere in tempo d'un secondo (§. 1189).

1193. Se qualcheduno fosse curioso di conoscere, fino a qual distanza si possa estendere il suono, uopo è che sappia non esser possibile l'assegnare siffatti limiti, dipendendo ciò in gran parte dal grado d'intensità del suono medesimo. Egli è vero, che il suono, sia forte, sia debole, trascorre uguali spazj in tempi uguali (§. 1190); ma è indubitato ancora, che il suono più forte si propaga ad una maggior distanza. Varj esperimenti praticati espressamente per determinar l'estensione del suono, ci rendono informati, che lo sparo d'un cannone si è sentito alla distanza di 50 miglia. Quando Genova fu espugnata da' Francesi, lo strepito delle cannonate fu sentito da Livorno, che n'è distante per circa 90 miglia d'Italia. Rapporta il citato Dottor Derham, che nella guerra del 1672 tra l'Inghilterra, e l'Olanda, udivansi le cannonate fin dal Principato di Galles, che per lo meno n'era distante 180 miglia Italiane.

1194. La ragione, e l'esperienza concorrono unitamente a renderci convinti, che le onde aeree cagionate dal corpo sonoro (§. 1180), tutte le volte che s' imbattono in ostacoli invincibili, vengono rimbalzate da quelli, e ritornano indietro nella guisa medesima che l'imma-

magi-

magine di un oggetto vien rimandata dallo specchio, che gli sta a rincontro; serbando similmente la legge generale di formar l'angolo di riflessione uguale a quello d'incidenza (§. 551). Or questo suono rimbalzato per tal cagione, e per conseguenza ripetuto al par dell'immagine nello specchio, è ciò che chiamasi *Eco*.

1195. Non basta la presenza, e la qualità dell'ostacolo per potersi udir l'eco; ma si richiede inoltre una determinata distanza tra l'ostacolo, e 'l corpo sonoro. Se sono essi molto vicini l'uno all'altro, il suono rimbalzato giugnerà all'orecchio dell'ascoltante pressochè nel punto stesso, in cui si udirà il suono diretto; e in conseguenza si andranno eglino a confonder tra loro, nè saranno discernibili l'un dall'altro. Al contrario ritrovandosi l'ostacolo, e- sempigrazia A B, in distanza di 1100 piedi a un di presso da colui, che parla, (o da un corpo sonoro), che supporremo esser D; si potrà da un altro, che sia in E, udire un'eco, che ripeterà distintamente tre sillabe. Imperciocchè parlando noi distintamente, possiamo a mala pena pronunziare più di tre sillabe in un minuto secondo: e poichè il suono nel tratto d'un secondo trascorre 1100 piedi (§. 1189); il suono delle supposte tre sillabe impiegherà lo spazio di un secondo nel trascorrere da D a C; e quindi altrettanto tempo per passare da C ad E: per conseguenza il suono ripercosso giugnerà ad E un minuto secondo dopo che la persona avrà finito di pronunziare le tre sillabe in D; e così sentirassi ivi l'eco, e 'l suono diretto. Se la mentovata distanza fosse doppia di 1100 piedi; per le ragioni testè addotte potre-

Tav. I. Fig. 4.

tre-

trebbero sentirsi ripetere sei sillabe; e così in appresso. Queste sono echi dette *polisillabe*, alcune delle quali giungono a ripetere distintamente, per cagione della gran distanza dell'ostacolo, un intiero verso di Virgilio. Per aver l'eco monosillaba basta la distanza di 550 piedi, ch'è la metà di 1100.

1196. In alcuni luoghi odesi talvolta ripeter successivamente la medesima sillaba sempreppiù affievolita; oppur si ha l'eco composta, ossia l'eco di eco. Il primo fenomeno dee la sua origine a differenti ostacoli, collocati l'un dietro all'altro; e'l secondo alla situazione rispettiva di quelli; la quale può esser tale, che il suono ripercosso da uno, e lanciato sull'altro, venga ripercosso ugualmente da quello, e quindi altre volte da tutt'e due, come succede ad una palla, che sia ribattuta alternativamente da due giuocatori. In tal caso il semplice suono d'un cembalo, o d'un violino, potrebbe piacevolmente destare in noi l'idea d'una sinfonia. Succede alla giornata, che una cannonata tirata in un porto di mare, un colpo di archibuso dentro di un bosco, od anche un tuono, che scoppia nell'aria, sentonsi rimbombar per lungo tempo, e ripetersi successivamente con varj gradi di forza, per cagion degli alberi, degli edifizj, o d'altri ostacoli di tal natura, da cui vengono rimbalzati.

1197. Il suono ripercosso, oltre al cagionar l'eco, può in taluni casi accrescer l'intensità del suono stesso: e per poter concepire come ciò avvenga, ridurrem brevemente ad esame la costruzione, e gli effetti del *Portavoce*, detto con altro nome *Tromba parlante*. Vien egli co-

strutto d'ordinario di qualche sorta di metallo della forma rappresentata dalla Figura 7; e si adopera generalmente a bordo delle navi per poter parlare, e farsi udire a distanze molto notabili. E' agevole il cancepire, ch'essendo applicata la bocca all'estremità A, e parlandosi dentro del tubo AB, la forza della voce, che in altro caso si comunicherebbe tutt'all'intorno sull'aria adjacente, come da un centro verso di una circonferenza (§. 1180), opererà soltanto nella colonna d'aria contenuta nella Tromba A B; ond'è, che la colonna medesima concepirà un moto maggiore, e farà delle vibrazioni più vigorose, e più frequenti di quelle, che farebbe qualora fosse di maggior massa: per conseguenza la voce dovrà farsi udire più da lontano.

Tav. I. Fig. 7.

1198. In secondo luogo contribuisce a ciò l'elasticità del metallo, ond'è formata la Tromba. Imperciocchè essendo egli percosso dall'onda sonora, concepisce una spezie di fremito, il quale continua per un certo tempo, e quindi obbliga a fremere ugualmente le particelle dell'aria, che s'imbattono in esso. Cotesti fremiti ripetuti per cagion dell'elasticità del metallo, cagionano naturalmente la ripetizione dello stesso suono, il quale per conseguenza dee crescere in intensità, e farsi sentire più da lontano.

1199. Vuolsi finalmente avvertire, che parlandosi entro la Tromba, all'infuori del raggio AB, che va per l'asse di quella, tutti gli altri, come AC, AD, vengono riflessi dalle sue pareti di mano in mano; prima in C, e D; poscia in E, ed in F, ec. fino a tanto che in ultimo n'escon fuori in direzion parallela

G I,

G I, H K. Or tutti cotesti rimbalzi debbono per necessità ripetere il suono, e quindi accrescerne la forza. Questa verità rendesi manifesta dallo scorgersi da' fatti, che le Trombe più lunghe, ove i detti rimbalzi sono più numerosi, producono il suono più forte: ed è dimostrato, che l'efficacia del suono, nel sito ove siegue la prima riflessione, è all' efficacia sua, ove si fa l'ultimo rimbalzo, nella ragion diretta de' diametri della Tromba in que' tali siti, e del numero delle riflessioni già seguite. Suppongasi, per esempio, che il diametro C D sia al diametro G H, come 1 a 3; e che la voce sia stata riflessa tre volte per giugnere da D in H; l'intensità di essa in G H sarà a quella in C D, come 3 moltiplicato per 3, ossia come 9 ad 1.

1200. Per le ragioni fin quì dichiarate si suol far uso di stromenti di tal natura da coloro, che sono duri d'orecchio. Hanno eglino comunemente la forma d' una cornetta, come si ravvisa nella Fig. 11 della Tavola I, di cui applicando l'estremità sottile A all' orecchio, tiensi l'altra B rivolta verso coloro, che si vogliono udir parlare. L'uso, a cui sono destinati, fa dar loro la denominazione di *Corni acustici*.

Tav. I. Fig. 11.

1201. La forma la più vantaggiosa, che dar si possa al *Portavoce*, è quella della Fig. 10, la quale è composta, siccome ognun vede, dalla parte ellittica A D, e dalla parabola D G. La voce pronunziata in A riflettendosi ne' punti B, B, C, C dell' ellisse, i raggi ripercossi vanno poscia a concorrere nel suo foco D: di là riflettonsi di bel nuovo ne' punti E, E, F,

Fig. 10.

F, della parabola; ed essendone tramandati nelle direzioni parallele FH, EI, EK, FL; propagar si possono con somma efficacia fino a distanze considerabilissime.

1202. Il suono, che sia stato rimbalzato da varj ostacoli, può a somiglianza della luce raccorsi in un punto, come in un foco, e rendersi quivi assai più discernibile, e distinto, di quel che lo è nel sito, ond' egli procede. Facciasi una volta, o un muro qualunque, di figura circolare, od anche meglio di figura ellittica, o cilindrica, come vien rappresentato dalla Fig. 8; ed applicando la bocca al sito A, si proccuri di parlare a voce bassa. Ne avverrà da ciò, che le vibrazioni eccitate nell' aria da quella voce, spandendosi tutt'intorno, andranno prima a percuotere ne'punti B, B, B, B, della volta; indi saranno rimbalzate contro i punti C, C, C, C; di là contro D, D, D, D; e successivamente contro di E, E, E, E. Ma siccome dopo di un tal rimbalzo andranno tutte a concorrere nel punto F; un orecchio quivi applicato udirebbe la voce più distinta, e più forte di quel che la sia nel punto A; conciossiachè le anzidette ripercussioni ne' diversi indicati punti produrrano l'effetto di più voci, che da distinte persone fossero contemporaneamente ivi ripetute. Di questa sorta di edifizj ve n' ha molti presso di noi, e specialmente di quelli, che diconsi *Lamie a velo*. Tuttavolta però il più meraviglioso, che io abbia veduto, è *la Galleria di S. Paolo in Londra*, detta colà nella lingua del Paese *the whispering Gallery*. E' cotesta una spezie di balconata di figura circolare, che attornia tutta la

Tav. I. Fig. 8.

par-

parte interna della gran Cupola della Chiesa; e quand' anche l' orecchio applicato al muro della Cupola, fosse distante più di 60 piedi dal sito, ov'altri parlasse a voce bassissima, pure si udirebbe questa colla stessa distinzione, e chiarezza, come se si parlasse immediatamente a voce chiara dentro l' orecchio.

ARTICOLO III.

Della Cagion produttrice de' varj tuoni musicali, coll' applicazione agli Stromenti da corda, e da fiato.

1203. NOn si è ragionato finora salvochè del suono in generale. Questo però può esser forte, ovver debole; grave, o acuto. La forza, o la debolezza del suono, dipende unicamente dal maggiore, o minor impeto, con cui si eseguiscono le indicate vibrazioni (§. 1180); cosicchè l'aria percossa con maggior violenza produrrà un suono più forte: ma non per questo produrrà ella un tuono diverso. Toccate in fatti una corda tesa con una picciola forza, talmentechè si cagionino in essa delle picciole vibrazioni: vi produrrete un suono debole, ch' esprimerà, esempigrazia, *Gesolreut*. Eccitate delle vibrazioni più notabili nella stessa corda: ne otterrete un suono più forte; ma questo esprimerà sempre l' accennato *Gesolreut*. Per la qual cosa è manifesto, che le vibrazioni più forti, o più deboli, non possono cagionare la diversità de' tuoni musicali; e la ragione si è, che le vibrazioni eccitate in una corda tesa, e in qualunque altro corpo sonoro, sieno

 forti;

forti, sieno deboli, si eseguono sempre nel medesimo intervallo di tempo. S'io muovo, esempigrazia, la corda AB col mezzo del mio dito; comincierà questa a far delle oscillazioni notabili verso C, e verso H; le quali per altro si andranno rendendo meno sensibili di mano in mano sino a tanto che la corda si andrà a rimettere nella sua primiera situazione, e quiete; cosicchè la prima potrà essere espressa dal parallelogrammo ACBH; la seconda da ADBG; la terza da AEBF, ec.; e l'efficacia del suono sarà proporzionale alla forza delle vibrazioni anzidette: il quale suono per conseguenza dovrà rendersi più debole di grado in grado, fino a tanto che ponendosi in quiete la corda AB, cessi dell'intutto. Or egli è dimostrato, che tutte le dichiarate oscillazioni, quantunque tra loro diverse, si eseguono nel medesimo intervallo di tempo; cosicchè la vibrazione ACBH ha la medesima durata, che ha la vibrazione ADBG; e così delle rimanenti, come si è detto de' Pendoli (§. 415).

Tav. I. Fig. 5.

1204. Egli è dunque una verità di fatto, che tutte le vibrazioni, le quali si fanno in tempi uguali, non ostante che alcune sieno più deboli, ed altre più forti, producono costantemente il medesimo tuono. Dal che nasce poi, che tutte quelle corde, che fanno lo stesso numero di oscillazioni in uguali tempi, riescono *unisone*.

1205. L'esperienza ci dimostra d'altronde, che qualora due, o più corde, eseguono un diverso numero di vibrazioni nel tempo stesso, producono costantemente un tuono diverso. Dal che si conchiude, che la diversità del

tuo-

tuoni deriva soltanto dalla diversa durata delle vibrazioni; dimanierachè le vibrazioni più lunghe producono i tuoni gravi, e le più corte gli acuti.

1206. Le cagioni, per cui una corda può formare vibrazioni di diversa durata, ossia un diverso numero di vibrazioni in un dato tempo, riduconsi giustamente a tre; cioè a dire, alla grossezza della corda stessa, alla lunghezza, ed al grado di tensione. Per ciò che riguarda alla prima, è verità costante, che se *due corde simili in tutto il resto, differiscono soltanto in grossezza, i tuoni, ch'esse formeranno, saranno nella ragion diretta de' loro diametri*; cosicchè quella, il cui diametro sarà doppio dell'altra, esprimerà un tuono due volte più grave, o più basso, che dir si voglia. Ciò si può comprovare col mezzo del *Tonometro*, ch'è una spezie di picciolo cembalo, destinato a questa sorta d'esperienze. Immaginatevelo espresso da A B C D. F G, I K, sieno due corde di ugual lunghezza, ed ugualmente stirate da' pesi pendenti E, ed H; ma F G sia due volte più grossa di I K. Toccatele un poco; e vedrete, che se la prima suonerà *Gesolreut*, la seconda produrrà l'ottava; ch'è un tuono più acuto del doppio: e la ragione si è, che la corda di doppio diametro forma la metà del numero delle vibrazioni dell'altra in un dato tempo.

Tav. I. Fig. 9.

1207. In quanto alla seconda delle rammentate cagioni, è cosa stabilita dal fatto, che *due corde, le quali avendo ugual diametro, e 'l medesimo grado di tensione, non differiscono, se non se in lunghezza; esprimono de' tuoni, che sono nella ragione inversa di siffatte lunghezze*. Così

le due corde F G, I K, essendo di ugual diametro, e stirate con ugual forza, ossia da uguali pesi E, ed H; se si porrà un ponticello in L, talchè I K rendasi d'una metà più corta di F G, ossia come 1 a 2; il tuono, ch' ella produrrà, sarà il doppio più acuto del tuono di F G. Imperciocchè farà ella un doppio numero di vibrazioni nel tempo stesso.

1108. Per la qual cosa si è rintracciato da' Fisici, che se la lunghezza d'una corda qualunque, cui supporremo F G, fia divisa in 100 uguali porzioni; si avranno tutt' i tuoni contenuti in un' ottava, coll' adattare successivamente un ponticello, simile ad L, sulle divisioni marcate co' seguenti numeri, 50, 53, 60, 60 $\frac{6}{10}$, 75, 80, 80 $\frac{8}{10}$, 100; talmentechè se la corda F G, la cui lunghezza è di 100 parti, esprime il tuono più grave, ossia la nota fondamentale; adattato il ponticello sulla divisione 50, le farà produrre l' *ottava*, per cagion che la corda sarà ridotta alla metà della sua primiera lunghezza mercè l' applicazione di quel tal ponticello, e quindi sarà obbligata a fare un doppio numero di vibrazioni. Collocando poscia quest' istesso ponticello sulla divisione 53, la corda suonerà la *settima maggiore*: sulla divisione 60, produrrà la *sesta maggiore*; sulla 60 $\frac{6}{10}$, la *quinta maggiore*; e così di mano in mano. Di quì hanno avuto origine il Cembalo, l' Arpa, il Salterio, ed altri simili stromenti; i quali essendo forniti di differenti corde, proporzionali alle dichiarate lunghezze, vengono ad esprimere i diversi tuoni, che abbiam veduto prodursi da una corda sola coll' applicazione del ponticello,

Fig. 9.

su-

su quelle stesse divisioni: il qual ponticello altro non fa, se non se accorciare la lunghezza della corda proporzionalmente a que' tali numeri. Nel Leuto poi, nel Violino, nella Viola, ed in altri di tal natura, invece di moltiplicar le corde nel modo anzidetto, si applicano le dita sulla lunghezza del manico, per far quivi così l'offizio del ponticello, e variare con tal mezzo la lunghezza delle corde, e la qualità de' tuoni.

1209. Senza che in cotesti, ed altri simili stromenti, non solamente si tira partito dalla varia grossezza, e tensione delle corde, per poter moltiplicare prodigiosamente i tuoni, ma si fa uso eziandio di corde di natura eterogenea, come son quelle di budello ec.; essendosi rilevato per esperienza, che una corda di budello, uguale sì in lunghezza, che in diametro, ad una corda di ottone ugualmente tesa, produce un tuono, ch'è l'undecima acuta di quello, che si produce dalla corda di ottone. Per la qual cosa una corda di budello più lunga, e meno stirata d'una corda di ottone ugualmente grossa, può produrre un tuono uniforme a quella, o anche più acuto.

1210. Il rapporto scambievole del numero delle vibrazioni, che due, o più corde debbon fare nel tempo stesso per produrre le differenti consonanze, si può esprimere in questo modo: 2 vibrazioni contro 1 formano l'ottava; 4 contro 1, la doppia ottava; 3 contro 2, la quinta; 4 contro 3, la quarta; 5 contro 4, la terza maggiore; 6 contro 5, la terza minore. Il numero delle vibrazioni essendo uguale in tutte le corde, genera l'unisono, ossia lo stesso tuono.

1211. Finalmente vuolsi tener per fermo, che *due corde uguali in tutt' i rispetti, non egualmente tese, producono de' tuoni, i quali sono più acuti in proporzione delle radici quadrate delle forze, ovver de' pesi da cui sono stirate*. Quindi è, che per fare che F G produca un tuono quattro volte più acuto di I K (non ostante ch'elleno non differiscano nè in diametro, nè in lunghezza), uopo è, che il peso E, che la stira, sia sedeci volte più grave del peso H, onde è stirata la corda I K; poichè 16 è il quadrato di 4, ch'è la sua radice.

Tav. I. Fig. 9.

1212. Laonde applicando al riferito Tonometro otto corde di ugual diametro, e lunghezza; e stirandole con pesi, i quali sieno tra di loro nella proporzione di questi numeri, 60, 75, 94, 106, 135, 166, 210, 240; si avrà l'intiera ottava, ossia le note naturali della musica, espresse nella scala diatonica, dalla cui combinazione formansi poi tutte le differenti spezie de' musici componimenti. Questi sono effettivamente i gradi di forza, con cui sono stirate le corde de' varj stromenti col mezzo de' bischeri, i quali siccome ognun vede, fanno quivi l'uffizio de' pesi divisati.

1213. Le dichiarate verità intorno alle corde sono ugualmente applicabili agl'istromenti da fiato; e l'immortale Eulero è stato quello, che ha somministrato de' gran lumi ai Fisici per poter ben intendere questa materia. Il suono negli stromenti da fiato non vien prodotto, se non dal cilindro d'aria, che trovasi in essi racchiuso, il quale può giustamente riguardarsi come una corda; e 'l peso dell'atmosfera, che preme contro la base di cotal cilin-

dro,

dro, dee considerarsi come il peso, che la distende; dimanierachè un cilindro d'aria di una data massa, e di una data lunghezza, dà lo stesso tuono, che rende una corda di ugual massa, e di uguale lunghezza, stirata da un peso, che pareggia la pressione dell'atmosfera contro di quel cilindro aereo. Il mentovato Eulero rinvenne per via di calcolo, che un cilindro d'aria della lunghezza di 7 piedi, e mezzo, dava il tuono di *Cesolfaut*, e l'esperienza ci fa scorgere, che una canna d'organo della lunghezza di 7 piedi, e mezzo, produce in fatti quel medesimo tuono. Ciò vuolsi intendere in tempo della pressione mezzana dell'atmosfera; perciocchè siccome le corde più o meno tese, rendono un tuono più, o meno acuto, così il cilindro aereo negli stromenti da fiato, più, o meno premuto dall'atmosfera, produce qualche variazione nel suono. E noi veggiamo in fatti, che quando il mentovato cilindro è riscaldato, e rarefatto dal fiato, ed anche ne' cangiamenti dell'atmosfera, produce qualche sorta di differenza nell'acutezza, o nella bassezza de' tuoni, ch'egli esprime.

1214. Or la colonna d'aria racchiusa, esempigrazia, in un flauto, concepisce delle vibrazioni per forza del soffio, che tende a condensarla; e son queste più frequenti a misura che si scema la lunghezza di una tal colonna. Ora siffatta lunghezza vien determinata dall'intervallo, che v'ha tra il becco del flauto, ed uno de' suoi fori laterali, che tiensi aperto; conciossiachè la colonna d'aria racchiusa nel flauto non produce alcun suono, se non quando le vibrazioni in essa eccitate si comunica-

no

no all'aria esteriore. Ma queste si comunicano per via del foro aperto; dunque tutto il resto della colonna, ch'è al di sotto di quel foro, non ha veruna influenza per produrre il suono. E siccome una colonna più corta, e più addensata concepisce vibrazioni più frequenti, come si è detto delle corde (§. 1207); ciascun vede la ragione, per cui un flauto, o altro simile stromento, produce un tuono più acuto a proporzione che i fori aperti son più vicini alla bocca. Per la qual cosa il muover le dita in tali stromenti ad altro non serve, se non se a determinar la lunghezza della colonna d'aria.

1215. Tra i varj Matematici, che si sono applicati di proposito a far delle ricerche filosofiche intorno alla musica, colui che vi è riuscito più felicemente, e che ci ha somministrati de'gran lumi riguardo a questo punto, è senza dubbio il Signor Sauveur. Or da parecchie osservazioni da lui praticate col massimo discernimento, risulta, che il tuono il più acuto, cui l'orecchio umano è capace di sentire, è quello che si produce da 6400 vibrazioni nell'intervallo di un secondo; laddove il più grave ne fa 12 $\frac{1}{2}$. E poichè 12 $\frac{1}{2}$ si contiene 512 volte in 6400; si può ragionevolmente dedurre, che tra il tuono più grave, e'l più acuto, si debbono frapporre 512 tuoni intermedj, i quali per altro non si possono da noi effettivamente distinguere. Il nostro orecchio è capace di distinguere tutt'al più soltanto quelli, che si contengono in otto, o dieci *ottave*, ciascuna delle quali in se comprende sette note, giacchè l'ottava nota costituisce il principio dell'ottava, che siegue. Vuolsi badare però, che

che gli orecchi dilicati, e molto avvezzi alla musica, possono ravvisare presso a 43 differenti gradazioni di tuoni in ciascheduna delle ottave già dette.

1216. Oltre a' semplici tuoni vi sono eziandio le *Consonanze* nella musica, e per esse altro non s'intende, se non se l'accordo armonioso, e piacevole, il qual si produce da due, o più tuoni insiem combinati. E' verità di fatto, che il nostro orecchio si compiace oltremodo di quei suoni prodotti da due, o più corpi sonori, le cui vibrazioni, quantunque diverse in numero, si vanno ad incontrare, ed a costituire una specie di coincidenza dopo di un dato intervallo; e che un tal diletto cresce a misura che l'indicata coincidenza divien più frequente. Qualora ella succede di rado, il suono riesce dispiacevole, e suole perciò chiamarsi *Dissonanza*. Or comechè le consonanze suddette sieno numerose, le più dilettevoli, e per conseguenza le più perfette fra tutte, riduconsi a tre; cioè a dire, alla *terza*, alla *quinta*, ed all' *ottava*; e la ragione si è, che la divisata coincidenza riesce in esse più frequente che nelle altre. Se voi toccate due corde uguali tra loro per tutt'i riguardi, non produrranno veruna armonìa, ma bensì l' unisono, attesochè le loro vibrazioni s' incontrano costantemente. Per l'opposto se una di esse è la metà dell' altra, formeranno la consonanza, che dicesi ottava (§. 1210); imperciocchè nell' atto che la più lunga farà una vibrazione, la più corta ne farà due. Laonde la seconda vibrazione di questa andrà a coincidere col termine della prima di quella: e poichè siffatta

coin-

coincidenza è la più frequente, che possa giammai accadere tra due corde non unisone, la consonanza, ch' esse producono, si reputa ragionevolmente la più perfetta. Affinchè una corda suoni la quinta acuta di un' altra, uopo è che la sua lunghezza sia soltanto due terzi di quella: conseguentemente farà ella tre vibrazioni in tempo che l' altra ne farà due; cosicchè la terza della prima corda andrà a coincidere colla seconda dell' altra corda. In simil guisa finalmente una corda, che suona la terza acuta di un' altra, uopo è che sia lunga rispetto a quella come 4 a 5; ond' è, che la quinta sua vibrazione andrà a coincidere colla quarta dell' altra. Le coincidenze più lontane non producono, come si è detto, un suono sì armonioso; ed a misura che cresce l' intervallo del loro incontro scambievole, incominciano a degenerare in suoni disaggradevoli, e fastidiosi.

1217. Reca veramente stupore il riflettere alla grandissima influenza, che ha la musica sull'animo umano. Non v' ha passione in noi, la quale non sia capace di esser calmata, oppur di farsi più violenta, con certe date sorte di musici componimenti. La tristezza, la gioja, l' ira, il furore, cedon molto sovente al poter della musica. Quella degli antichi era forse più efficace a' produr tali effetti; scorgendosi prima di tutto dalle Sacre Scritture, che Davidde calmava l' assalto del melancolico furor di Saulle coll' armonioso suono della sua Cetra; indi si ha dalla Storia profana, che Achille, celato in Sciro in abito di femmina, sentissi tratto furiosamente alla guerra nell' udir batter la marcia, fatta toccare artifiziosamen-

mente da Ulisse; che Terpandro sedò l'ammutinamento di Sparta a suon di musica; che Demetrio Poliorcete non seppe ritrovar altro mezzo per far che i suoi soldati si disponessero a rovesciar le nemiche mura, se non se i musici concenti, i quali eccitaron tosto in loro il coraggio, e 'l valore. Egli è cosa indubitata, che gli antichi traevan gran partito dalla musica per fortificare il coraggio, e la virtù; per governare, e condurre le passioni a lor talento: ond'è, che Platone si avvisò, che la ginnastica, e la musica, formar dovessero le principali fondamenta della sua ideata Repubblica.

ARTICOLO IV.

Dell' Organo della Voce, e dell' Udito.

1218. TRa i varj stromenti atti a produrre il suono modulato in varie guise, uopo è annoverare l'organo della voce, il quale consiste in un canale conico, che prendendo il suo principio dal fondo della bocca, va poscia a terminare dentro i polmoni. Si suol egli denominar *Trachèa*, ovvero *Asperarteria*. La parte superiore, la quale comunica immediatamente colla bocca, dicesi *Laringe*, formata dall'unione di varie cartilagini, i cui lembi superiori son coperti da due legamenti trasversali, detti comunemente *corde vocali*, che formando quivi una spezie di labbra, vi lasciano una picciola apertura di forma ellittica. Quest' apertura dicesi *Glottide*, a cui è sovrapposta un' altra cartilagine, atta a chiuderla perfettamente, che denominar si suole *Epiglottide*. E' ella sem-

sempre alquanto sollevata per render libera la respirazione, ma si chiude soltanto nell'atto che s'inghiottiscono i cibi, e le bevande, che debbono necessariamente passare al di sopra per introdursi nell' *Esofago*, ossia nel canale che conduce al ventricolo (*a*).

1219. Gli antichi riguardarono l'organo della voce a guisa di un flauto. Il Signor Dodart fin dal principio di questo secolo riguardò la Trachèa similmente come uno stromento da fiato; e fu di opinione, che collo strignersi, ed allargarsi della Glottide, si producessero i varj tuoni, appunto come suol praticarsi fischiando collo strigner più o meno l'apertura delle labbra.

1220. Per quanta voga avesse presa su'l principio siffatta opinione, andò ella tosto in disuso dopochè il Signor Ferrein fece vedere per via di fatti decisivi, che l'organo della voce riguardar si dee come uno stromento da corda, e da fiato nel tempo stesso. Nell'atto, che voglionsi esprimere i tuoni acuti, l'indicata Laringe si solleva alquanto in su per forza de' suoi muscoli. Ciò fa sì, che le varie cartilagini, ond' ella è formata (§. 1218), vengono ad allontanarsi le une dalle altre, ed a stirare per conseguenza le corde vocali, che son loro aderenti. Siffatte corde, tese nel modo già detto, ed obbligate a vibrar con frequenza per forza dell'aria, la quale cacciata fuori da' polmoni nell'atto dell'espirazione, si procura il passaggio per l'apertura della Glottide, di cui le an-

zi-

(*a*) Veggasi il §. 1121, e la Figura, che gli appartiene.

zidette corde ne formano le labbra; debbono produrre un suono tanto più acuto, quanto è maggiore il lor grado di tensione (§. 1211). Nei tuoni gravi al contrario la Laringe si abbassa; le corde vocali si rilasciano; le vibrazioni non sono sì frequenti; e perciò i tuoni ch' esprimono, non possono essere acuti. I varj suoni prodotti in siffatta guisa son poscia modificati dalla bocca, e dalle labbra, da cui non solo ricevono una maggior perfezione, ma convertonsi eziandio in parole: dono stupendo della Divinità, destinato ad esprimere i sentimenti, e le modificazioni della facoltà intellettuale.

1221. Il dichiarato innalzamento della Laringe ne' tuoni acuti, e la depressione ne' gravi, scorgonsi ad evidenza ne' Musici durante il lor canto, mercè della cartilagine *tiroidèa* detta da noi volgarmente *pomo di Adamo*, ch' è una di quelle cartilagini, da cui abbiam detto esser formata la Laringe (§. 1218).

1222. Che l'innalzamento, e la depressione delle indicate cartilagini sieno attissimi a stirare, e a rilasciare le dette corde, si ravvisa manifestamente dalle osservazioni anatomiche. E per convincersi, che non è la varia apertura della Glottide quella, che produce i varj tuoni, ma bensì le corde vocali, dotate di maggiore, o di minor tensione, basta prendere una Trachèa di un animale estrattane di fresco; da cui si vedrà, che quando la Glottide sia spogliata di siffatte corde, è del tutto disadatta a formare i varj tuoni, per quanto la sua apertura si ristringa, o si apra: laddove soffiando dell'aria nella parte inferiore del-

la Trachèa in tempo che le corde vocali sono nella loro natural situazione, si farà loro produrre i varj tuoni, ch' esprimeranno esattamente la voce di quel tale animale, non altrimenti che s'egli fosse vivo. Il Signor Ferrein, che praticar solea parecchi di cotesti esperimenti per comprovare ad evidenza la verità del suo sentimento, diede occasione, che si dicesse, ch' egli avea la facoltà di render la voce a' morti.

1223. Per terminar la Lezione su 'l suono resta soltanto, che lo consideriam nell' orecchio, donde poi si trasmette all' anima, che ne riceve la sensazione. Or egli giova distinguer l' orecchio in tre parti principali; cioè a dire in *cavità esteriore*, *in media*, *ed in interiore*. La cavità esteriore naturalmente visibile, consiste nell' *Orecchio* propriamente detto A B, e nel *Meato uditorio* C D, ch' è un canale alquanto tortuoso, in parte osseo, e cartilaginoso nel resto, fornito dalla Natura di una certa spezie di cerume di color rancio, e della consistenza di cera molle, di sapore amarissimo, atto ad arrestare qualunque insetto, o altro corpo straniero, che potrebbe offendere in qualche parte un organo così dilicato, a serbare in una certa morbidezza il canal dell' udito, e forse anche a moderare il soverchio impeto delle onde sonore negli strepiti violenti (*a*). Il fondo di

Tav. I. Fig. 13.

(a) Cotesto cerume scaturisce da un gruppo di glandulette scoperte da Stenone, ed allogate sotto la cute del Meato stesso. Ne viene egli gemendo in picciole gocce simiglianti ad olio grasso, che tosto si rappiglia al contatto dell' aria. L' analisi fattane dal laborioso Vauquelin c' indica bastantemente esser egli composto di tre sostanze diverse; cioè a dire di un olio grasso simigliante a quello della bile, di una mucillaggine animale albuminosa, e di una materia colorante, che anche somiglia

di cotesto canale è chiuso affatto da una tenuissima membrana *e*, a cui si dà la denominazione di *membrana del Timpano*; la quale costituisce il termine della cavità esteriore. Succede a questa la *cavità media e* 4, detta con altro nome *cassa del Timpano*, perchè figura in certo modo la cassa di un tamburo, su cui è distesa la membrana anzidetta, guernita della sua corda *r n*, che l' attraversa. Da questa cavità prende principio un foro, il quale continuato in una spezie di tubo conico *r* H, detto *Tromba Eustachiana* per cagione d'essere stato scoperto dal celebre Eustachio, va poscia a comunicar colle fauci. Di quì ognun vede, che la cassa del Timpano dee esser ripiena di aria del tutto equilibrata con quella di fuori. Siegue alla cassa del Timpano la terza cavità K L, detta interiore, ed anche *Laberinto*, a motivo de' varj andirivieni, che in essa vi sono. Sì questa, che la cavità antecedente, han bisogno della mano dell' Anatomico per rendersi visibili, essendo elleno collocate nell' osso petroso delle tempie. Il Laberinto si divide in tre parti; cioè a dire ne' *Canali semicircolari* M, N, O; nella *Chiocciola* P Q; e nel *Vestibolo* R S, che riguardar si può alla guisa d'un anticamera, per cui si ha l' entrata alle due parti anzidette. Come in fatti metton capo in esso sì i Canali semicircolari M, N, O, che la Chiocciola P Q.

Tav. I. Fig. 12.

1224.

miglia quella della bile, e da cui forse deriva la sua amarezza. Talvolta ne trasuda in tanta copia, e s'ispessisce al segno, che otturando il fondo del Meato uditorio, vieta, che le onde sonore vadano a percuotere il timpano, e si cagiona la sordità.

1224. Questa Chiocciola altro non è, se non se un canale P Q in forma di spira, diviso per lo mezzo secondo la sua lunghezza da un tramezzo osseo, e membranoso, detto *lamina spirale*; da cui vien la Chiocciola conseguentemente ripartita in due canali diversi. Uno di essi mette capo nel mentovato Vestibolo R S, e dicesi perciò *scala del Vestibolo*; e l'altro va a terminare nella cassa del Timpano *e* 4; e si denomina per tal motivo *scala del Timpano*. Il foro F, che aprendosi nella cassa del Timpano, costituisce il termine della detta scala, riceve la denominazione di *forame rotondo*. V'ha anche nel Vestibolo un altro foro T, il quale comunica similmente colla cassa del Timpano, e riceve il nome *di foro ovale*. Questo, al par del rotondo, è coperto da una membrana sottilissima, cui taluni denominano *velo membranoso*. I tre Canali semicircolari, ugualmente che i due della Chiocciola, e 'l Vestibolo, son rivestiti in tutta la lor lunghezza da una polpa nervosa, rappresentata colle lettere R M N O nella Fig. 15, la quale vien somministrata dalla parte molle V R del nervo acustico, mercè di cui trasmettesi all'anima la sensazion dell'udito. E' celebre scoperta del dottissimo, ed egregio Signor Catunnio, che i detti Canali, al par del Vestibolo, e della Chiocciola, trovansi nello stato naturale ripieni di acqua, il cui uso si dichiarerà da qui a poco.

Fig. 12. Tav. I. Fig. 13. Fig. 12. Tav. I. Fig. 15.

1225. Sono osservabili nella cassa del Timpano quattro piccioli ossetti 1, 2, 3, 4, i quali portano il nome di *martello*, *incudine*, *staffa*, *ed osso orbicolare*, per la simiglianza che hanno co' di-

Fig. 13.

co' divisati ordigni. Veggonsi eglino rappresentati più distintamente nella Fig. 14. La testa del martello 1 è aderente alla membrana del timpano: gli succede poscia l'incudine 2; e tra questa, e la staffa 4 si frappone l'osso orbicolare 3. La staffa è situata talmente, che va ad otturare colla sua base il foro ovale T già descritto.

Fig. 14.

Tav. I. Fig. 11.

1226. Dichiarate siffatte cose, è agevolissimo il far comprendere come succeda l'udito. Le vibrazioni dell'aria eccitate dal corpo sonoro vengono ad imbattersi nell'orecchio A B, il quale essendo una spezie di Portavoce rovesciato, le rimbalza, e le tramanda immediatamente nel meato uditorio C D; da cui essendo, per così dire, addensate dopo varj rimbalzi, come si è detto del Portavoce (§. 1199); vanno a percuotere la membrana del Timpano e. Possiede questa la facoltà di rilasciarsi, ovver di stirarsi, affin di ricevere le impressioni forti, oppur deboli, e porsi all'unisono co' suoni, che le vengono trasmessi. Percossa in tal guisa la membrana del Timpano, si comunica un tal movimento al braccio del martello, che l'è aderente (§. 1225); e quindi agli altri ossicini contigui fino alla staffa, mercè il concorso di alcuni piccioli muscoletti. La base di quella lo trasfonde alla membrana del foro ovale, a cui è sovrapposta; ed eccitandosi così delle vibrazioni nell'acqua, onde abbiam detto esser ripiene le cavità del Laberinto (§. 1224), viensi a scuotere la polpa nervosa, di cui son quelle rivestite (§. *ivi*), non men che la lamina spirale, e risvegliano nell'anima la sensazione del suono.

Fig. 15.

1227. E' cosa credibile, che la parte principale dell'organo dell'Udito sia la lamina spirale X Z, rappresentata separatamente dalla Fig. 15. Forma ella due rivoluzioni, e mezza, intorno alla Chiocciola; e siccome la prima X Z è più ampia di quella di mezzo, così l'ultima è la più ristretta di tutte. Per tal cagione sarà questa più elastica, ed atta perciò a far delle vibrazioni più frequenti della parte di mezzo, e molto più della parte inferiore, ch'è la meno elastica fra tutte. Ciò si avvera appuntino in una lamina metallica dell' indicata figura. Si aggiugne a ciò, che le fibre trasversali della divisata lamina, ch'è triangolare, vanno scemando in lunghezza a misura che montan su, talchè le minime son verso l'apice, e le massime in fondo. Saran simili adunque alle corde di un Cembalo, e capaci perciò di ricever l'impressione di differenti tuoni. Laonde messe cotali cose da una parte, e riflettendo dall'altra, che qualor si percuote la corda d'uno stromento, le vibrazioni, che si eccitano in quella, fan risuonare immediatamente la corda unisona soltanto di un altro stromento, che gli stia dirimpetto, come può ciascuno sperimentarlo da se; e cosa ben ragionevole il supporre, che la lamina spirale, e per le varie gradazioni di elasticità, che regnano in tutto il suo tratto, e per la varia lunghezza delle sue fibre, sia veramente un Cembalo naturale; e quindi che i diversi suoni eccitati ne' corpi esteriori, giugnendo fin dentro al Laberinto per le vie indicate di sopra (§. 1223), vadano a produrre vibrazioni simili in quelle tali sue fibre soltanto, che so-

Tav. I. Fig. 15.

no

no unisone a loro, e conseguentemente risvegliino nell'anima l'idea di quel suono.

1228. Suol accadere talvolta, che le vibrazioni eccitate nell' aria esteriore trasmettonsi addirittura entro alla cassa del Timpano per la via della tromba Eustachiana (§. 1223), non potendo farsi strada pel meato uditorio; ond' è, che la Natura insegna a' sordastri di tener aperta la bocca per poter meglio udire il suono.

1229. Siccome ai difetti della vista si rimedia con gli occhiali, così a quelli dell' udito si apprestano degli ajuti col mezzo de' *Corni acustici*, di cui si è fatta menzione nel §. 1200. Se ne soglion costruire di varie spezie; il più comodo, e che può in certo modo tenersi celato, è quello, che si rappresenta dalla Fig. 6 della Tav. I. Imita egli la forma di un orecchio artifiziale, sia di rame, o di argento, e la sua cavità spirale A B va montando dolcemente fino all' apice C, che rimane aperto. Introducesi questo nel meato uditorio, e quindi l' orlo A B di tale ordigno legasi con due piccioli nastri D, E, all' intorno dell' orecchio, acciocchè vi rimanga saldo, e sicuro. Però niuno stromento acustico è più atto all' uopo, e più efficace a far udire anche coloro, il cui udito è assai duro, ed ottuso, quanto la Cornetta, di cui abbiam rappresentato la forma nella Fig. 11. Fassi questa di argento, di rame, di ottone, ed anche di latta inverniciata, che costa pochissimo, ed è molto leggiera. Per renderla poi più comoda, e più portatile, suolsi fare in modo, che si possa agevolmente scomporre in due, o tre pezzi.

Tav. I. Fig. 6.

Tav. I. Fig. 11.

LEZIONE XIX.

Su' Venti.

ARTICOLO I.

Della natura de' Venti e delle loro varie specie.

1230. Per esser l'aria un fluido, tende ella sempre per sua natura all' equilibrio, ossia al riposo. Disturbata ch' ella sia dalla quiete in forza di cagioni esteriori, se il movimento, che in essa si genera, è alquanto sensibile, cominciasi a generare il Vento, il quale altro non è, se non se una corrente d' aria, più o meno veemente, secondo le circostanze.

1231. Questa corrente può farsi in tutte le direzioni possibili: noi però farem parola soltanto delle direzioni orizzontali, secondo cui i venti generalmente si concepiscono spirare.

1232. Ponetevi sulla cima di un alto edifizio, e gettate intorno il vostro sguardo: scorgerete una vasta estension di paese, che vi parrà limitata in giro da un ampio cerchio, il quale sembrerà unire la Terra col Cielo. Questo è ciò, che si dice *Orizzonte sensibile*, a differenza dell' *Orizzonte vero*, ossia *astronomico*, il qual divide realmente la Terra in due uguali emisferi, superiore, ed inferiore (§. 207). Vedrete un punto in cotesto Orizzonte, d' onde nasce il Sole, ed un altro nella parte opposta,

posta, ov' egli tramonta. Il primo dicesi *Oriente*, oppure *Est*; e l' altro *Occidente*, ovvero *Ouest*. Tenete la faccia rivolta all' Oriente, e le spalle all' Occidente: se restando in tal posizione stenderete le vostre braccia, l' estremità delle mani indicheranno due altri punti su 'l detto Orizzonte. Quello che riguarda la man destra, dicesi *Mezzogiorno*, ovvero *Sud*; e l' altro, che corrisponde alla sinistra, si dice *Settentrione*, ovvero *Nord*. Or tutti questi quattro punti insieme presi si denominano *Punti cardinali*, per esser eglino il cardine, e 'l fondamento di tutt' i rimanenti.

1233. Affin di proceder più oltre colla massima facilità, immaginatevi il descritto Orizzonte rappresentato dal cerchio A B C D; e i punti cardinali da B, C, D, A. I venti, che si concepiscono spirare da siffatti punti, diconsi anch' essi *venti cardinali*, e denominar si sogliono *orientali*, *occidentali*, *settentrionali*, o *australi*, secondochè spirano dall' Oriente, dall' Occidente, dal Settentrione, o dal Mezzogiorno. Di questi venti soltanto tenevan conto gli antichi. Andronico Cirreste fu il primo, al dir di Vitruvio, che concependo diviso ciascuno degli archi A B, B C, C D, D A, in due metà, incominciò a tener conto de' venti, che vedeansi spirare da' punti di cotal divisione: e son giusto quelli, che si denominano oggidì *venti collaterali*. Quel che si frappone tra B, ed A, ossia tra l' Oriente, e 'l Settentrione, dicesi *Greco*, oppure *Nord-Est*. Quel che si frammezza tra B, e C, ovvero tra l' Oriente, e 'l Mezzogiorno, dicesi *Scirocco*, oppure *Sud-Est*. L' altro, ch' è collocato tra C, e D, oppure

Tav. II. Fig. 37

Tav. II. Fig. 1.

pure tra il Mezzogiorno, e l'Occidente, si denomina *Libeccio*, ovvero *Sud-Ouest*; e quel che gli siegue in ordine tra l Occidente, e l Settentrione, dicesi *Maestro*, ovvero *Nord-Ouest*. Istituita una tal divisione, edificò egli in Atene una Torre ottangolare, le cui facce eran rivolte agli otto descritti punti dell Orizzonte; e collocatovi al di sopra un Tritone di bronzo, mobile intorno ad un perno, fe sì, che aggirandosi egli per forza di cotali venti, indicasse lo spirar de' medesimi mercè di una verga, cui avea tralle mani. La qual cosa diè poi l'origine alle banderuole, e ad altri simili ordigni, che por si sogliono da noi sulla cima degli alti edifizj per servire allo stesso uso. Coll'andar del tempo furono i venti accresciuti fino al numero di 32 per comodo de' naviganti, come si scorge nella Figura.

1234. Uopo è ripartire i venti, sia qualunque la lor direzione, in quattro classi principali; cioè a dire in venti *costanti*, ossia *uniformi*; in venti *periodici*, oppure *annui*; in *variabili*, o *liberi* che dir si vogliano; e finalmente in *marittimi*, e *terrestri*. Diconsi uniformi que' venti, i quali non cessano giammai di spirare dallo stesso punto dell' Orizzonte durante tutto il corso dell' anno. Tal'è, per esempio, il vento orientale, che soffia costantemente tra i limiti della Zona torrida, ed anche in alcuni siti, che sono alquanto fuori di quella. I venti periodici, denominati dagli Oltramontani *Moussons*, diconsi tali per la ragione che soffiano da un dato punto per un determinato tempo; e quindi cangiando la lor direzione, cominciano a spirare dal punto opposto,

posto, ovver da altro, che gli sia presso, e proseguono, così regolarmente per una intiera stagione. Ne abbiamo degli esempj sulla costa di Malacca, dove si fa sentire regolarmente il vento settentrionale durante tutto l' inverno; laddove sull' entrar del Maggio, e quindi in tutta la state, soffiar si vede il vento australe. Questi stessi venti si fan sentire eziandio nell' Oceano Arabico, nell' Indiano, nel Golfo di Bengala, lungo le Coste della China, ed altrove. Di questa spezie erano parimente l' *Etesiè* degli antichi, frequentissime nella Grecia, nel Mar Egeo, ed in altri luoghi di quelle vicinanze, come altresì i loro *Zeffiri*. Questi eran venti da Ponente, e quelli si accostavano moltissimo in parecchi luoghi al Greco-Levante. I primi cominciavano a spirare presso al levar della Canicola, e i secondi dopo gli Equinozj. I marinai profittano moltissimo della regolarità de' venti periodici coll' intraprendere le loro navigazioni in que' tali tempi stabiliti.

1235. E' cosa degna di osservazione, che il cangiamento de' venti periodici dall' uno all' altro punto dell' Orizzonte, non succede immediatamente; essendo preceduto talvolta da una gran calma, talora da venti variabili, ed in alcuni luoghi da venti burrascosi, e veementi.

1236. Si dà la denominazione di venti *variabili* a que' tali venti, i quali spirano irregolarmente da varj punti dell' Orizzonte senza serbare veruna uniformità, nè periodo, nè direzione costante. Di questa sorta sono la maggior parte de' venti, che spirar sogliono al di fuori de' Tropici perfino a' due Poli. Diconsi finalmente venti *marittimi* quegli altri, i qua-

il

li soffiar si veggono dal mare verso il continente; siccome quei, che spirano dal continente verso il mare, diconsi *terrestri*. I venti marittimi han per costume d'ingagliadirsi di mano in mano, che s'internano nel continente: cominciano eglino a farsi sentir dolcemente tre ore innanzi mezzogiorno; prendon forza a poco a poco, e durano fino alle cinque, allorchè cessano del tutto per ricominciar di bel nuovo il giorno seguente. L'aure fresche di cotali venti temperano notabilmente nella Città di Napoli il grande ardor della state, ch'ivi ordinariamente si soffre.

ARTICOLO II.

Della Cagion produttrice de' Venti, e della diversa lor qualità.

1237. IL dare una spiegazione ragionata, e soddisfacente della cagion produttrice de' venti, ha imbarazzato oltremodo i Fisici più consumati. Il celebre Halley, e 'l Signor Dampier, che si son distinti sopra gli altri in cosiffatta investigazione, ci han somministrati de' lumi in una ricerca così difficile: questi però non sono tali, che ci rischiarino pienamente su tal particolare. Quel ch'è certo, si è, che qualunque cagione, la quale possa alterare, e distruggere l'equilibrio dell'aria, è valevole a produrre il vento. Osserviamo alla giornata, che anche in tempo d'aria tranquilla sentesi sibilare il vento pei buchi delle serrature, nonchè per le fessure delle porte, e delle finestre, entro quelle stanze, ove l'aria è alquanto rarefatta per cagion del fuoco, che vi si tenga acces-

acceso, o per cagioni, che sieno valevoli a produrre simil grado di dilatazione nell' aria; ond' è poi, che i venti in generale vengono originati principalmente dal calor del Sole, il quale riscaldando, e rendendo più rara la massa d' aria, a cui più immediatamente sovrasta, obbliga conseguentemente l' aria più fredda, e più densa, ad accorrervi, e ad occupar quel tal sito. E poichè il cammino del Sole è ristretto soltanto fra i due Tropici, è cosa molto ragionevole l' attribuire alla sua influenza il vento costante di Est, che abbiam detto dominare nella Zona torrida (§. 1234). E' facile in fatti il concepire, ch' esercitando il Sole la massima sua forza sulla massa d' aria ivi contenuta, dee eccitarvi una gran rarefazione tutt' all' intorno: e poichè la Terra si rivolge nell' atto stesso dall' Occidente verso l' Oriente insiem coll' atmosfera; il sito di una tal rarefazione si andrà avvanzando di mano in mano in parte contraria, passando le parti occidentali successivamente sotto il Sole. Dal che avverrà, che la massa d' aria più fredda, e più densa (perchè non riscaldata in quell' atto dal Sole medesimo), dovendo accorrere, per cagion della sua preponderanza, ad occupare que' siti, ove va seguendo di grado in grado la mentovata rarefazione, dovrà generare una perpetua corrente d' aria dall' Oriente verso l' Occidente; o sia un vento costante di Est. Per la cagione medesima dovrà accorrer parimente verso la massa d' aria rarefatta quella d' ambidue i Poli. Ciò dovrebbe generare un vento di Nord, ovvero di Sud: ma poichè la corrente d' aria, che vi accorre in questa direzio-

ne,

ne, va ad incontrarsi coll' altra, che abbiam detto procedere dall' Oriente verso l' Occidente; dalla composizione de' loro moti ne nasce poi una direzione orientale, la quale partecipa in qualche parte del Nord, o del Sud: e tale sappiamo in fatti esser la direzione dell' indicato vento costante di Est; il quale si avvicina al Nord-Est sull' Oceano Atlantico, ed al Sud-Est su quello d' Etiopia.

1238. L' immaginare, che il fin qui descritto vento generale possa provenire dal moto della Terra intorno al suo asse, siccome si avvisò l' illustre Galilei, oltre all' esser erroneo, perchè l' atmosfera facendo con quella un corpo solo, si muove in giro colla medesima celerità, non si accorda in verun modo co' fenomeni, i quali sogliono accompagnar costantemente il vento divisato.

1239. Si crede, che la maggior copia de' vapori, di cui è caricata l' aria sovrastante al mare in tempo che il Sole si va approssimando al meriggio, debba esser la cagione, per cui, renduta ella preponderante, vada a piombar con impeto contra l' aria sovrastante al continente, ch' è alquanto più rarefatta, e più leggiera; e produca così un vento, che si sporge dal mare verso la terra. E poichè tramontato il Sole, si suppone, che il calorico da esso già diffuso debba esser maggiore nell' aria, che al mare sovrasta, per cagion de' vapori, che sono attissimi a ritenerlo, e ad attenuar l' aria oltre misura; si crede, che possa da ciò derivare una corrente d' aria, o sia un vento, che soffia dalla terra verso il mare.

1240. I venti periodici si fan derivare dallo scor-

scorrere il Sole per sei mesi nell' Emisfero australe, e per altri sei nel boreale; cosichè rarefacendo egli alternativamente l' aria, che corrisponde agli Emisferi medesimi, obbliga l' aria più densa, e preponderante, a correr per sei mesi verso una parte, e per altrettanto tempo verso l' altra. Si assegnano poi delle cagioni concomitanti, valevoli a produrre lo stesso effetto; qual sarebbe, per esempio, la determinata posizione de' monti, atti a riflettere i venti in quella tal direzione, ed altre simiglianti.

1241. Come cagion produttrice de' venti, oltre al calor del Sole, debbono riputarsi eziandio le fermentazioni, che succeder sogliono sovente sì nelle viscere, e nella superficie della Terra, che nel seno dell' atmosfera; lo sviluppo del fluido elettrico; l' efficacia delle diverse meteore; le correnti d' aria, che escon fuori non di rado da sotterranee caverne; lo scioglimento delle nevi; le gran tempeste di mare, ed altre di tal natura; le quali a misura che operano con una certa regolarità, oppure senz' ordine veruno, producono de' venti regolari, oppur de' variabili, e vaghi. Fra 'l numero di tali cagioni annoverar si possono ancora le gran cascate di acqua, le quali precipitandosi dall' alto delle rupi, e percuotendo l' aria con gran veemenza, vengono a generare un vento sensibilissimo. Per rammentarne una delle più vaste, e famose, accennerem di passaggio, che la *Cascata di Niagara* nel Canadà, la quale ha un mezzo miglio di larghezza in forma d' una mezza luna, e il cui strepito, e gorgoglio, scendendo ella dall' altezza perpendicolare di 150 piedi, fa sentirsi d' ordinario fino alla distan-

za di 15 miglia, produce un vento sì veemente, che non si può in verun modo stargli a fronte (*a*). Nella produzione poi de' venti di natura regolare, o variabile, ha benanche una grande influenza la situazione de' luoghi, secondochè sono eglino piani, montuosi, forniti di valli, di boschi, di suolo arenoso, umido, ec., senza lasciar di mira quella, che vi possono avere i due gran luminarj mercè della loro attrazione sull' atmosfera, la quale dee necessariamente essere attratta da quelli, ed aver per così dire le sue marèe, giusta i principj dichiarati nelle antecedenti Lezioni. Questo punto è stato molto dottamente discusso dal Signor d' Alembert nelle sue *Riflessioni intorno alla cagion generale de' venti*, che meritarono giustamente l'approvazione della R. Accademia di Parigi.

1242. Essendo cagionata la corrente d' aria dalla preponderanza di una delle sue colonne al di sopra di un' altra (§. 1237), apertamente si deduce, che una tal corrente dovrà essere più, o meno rapida, secondochè la divisata preponderanza sarà maggiore, o minore. Quindi è, che la velocità de' venti esser dee oltremodo variabile, ed incerta. Ve n' ha di quelli, che uguagliano a pena la velocità di un uo-

(a) La Cascata di Niagara succede nel passaggio fra il Lago Erie, e l' Ontario, che son due de' cinque famosi Laghi del Canadà in America. Son tutti questi vastissimi, avendo alcuni 200 leghe di circonferenza, altri 300, ed altri fino a 500, interrotti da Isole deliziose, navigabili da gran vascelli, e comunicanti fra' loro. Dal detto Lago Ontario prende la sua origine l' immenso Fiume di S. Lorenzo, il quale, ove sbocca nel mare, ha l' ampiezza di 90 miglia, e produce, coll' urto veementissimo contro le acque marine, de' flutti burrascosi, ed uno strepito orrendo.

uomo, che vada a cavallo con passo moderato, siccome scorgesi soventi volte in alto mare, la cui superficie calma, e cristallina, si va increspando successivamente secondochè l' aura del vento si va avvanzando nel cammino; e ve n' ha di altri, i quali sono così impetuosi, che giungono a scorrere 50 miglia in un' ora. Ciò si deduce dalle osservazioni praticate dal celebre Derham, il quale ne inferisce parimente, che la velocità mezzana de' venti fa loro scorrere circa 12 miglia per ora.

1243. Si dà il nome di *Anemometro* a quello stromento, con cui si può misurare la forza de' venti; e di *Anemoscopio* a quell' altro, che indica la direzione de' venti stessi. Quest' ultimo consiste in una banderuola ordinaria, collocata sull' alto di un edificio, e conficcata fermamente sopra di una verga, che potendo liberamente girare colla banderuola anzidetta a norma de' venti, sporga per alcuni pollici entro alla soffitta, o entro al muro di un appartamento. Coll' adattare un indice all' estremità inferiore di cotal verga, e col disegnare sulla soffitta, o sul muro la Rosa de' venti corrispondentemente ai varj punti dell' Orizzonte, si avran marcate col mezzo di quell'indice le differenti loro direzioni. Per altro non è del tutto sicuro il costruire il detto stromento in un appartamento, ove si abita di continuo; potendo l'accennata verga trarre a se i fulmini in caso di tempesta, salvo se non fosse fornita de' convenienti fili di salute, come diremo nel Volume seguente ragionando dell' Elettricità.

1244. La costruzione degli Anemometri è varia; consistendo altri in un' ampia leggerissi-

ma lamina metallica, collocata verticalmente, è mobile intorno ad una cerniera: fassi ella ascendere col suo lembo inferiore lungo un arco graduato, in forza del vento, per conoscerne l'impeto dalla varia altezza, a cui ella monta sopra quell'arco. Altri consistono in tubi di vetro ripiegati, e ripieni in parte di acqua, per misurar la forza del vento dal cammino, che quell'acqua è obbligata a fare entro alla parte graduata di quel tubo, mercè la pressione del vento stesso; altri in macchinette corredate di ale alla guisa di un molino, le quali facendo girare una spezie di cono, intorno a cui è ravvolta una cordellina con un peso pendente a foggia d'asse nella ruota, fan ravvisare la forza del vento dallo spazio verticale, per cui monta quel tal peso; ed altri finalmente in altri ordigni poco dissimili dagli accennati.

1245. Sarebbe cosa molto lunga il tener dietro partitamente agli essenziali vantaggi, che ci recano i venti. Chi mai ignora il profitto, che ne ritraggono le arti, le manifatture, il commercio? Col favor de' venti solcasi a volo l'infido elemento; e traversandosi in breve tratto di tempo gli sterminati Oceani, si arricchiscono i Paesi di prodotti stranieri; si comunicano scambievolmente le idee di tanti individui; si migliorano le leggi, i costumi, le scienze. Il vigoroso soffio de' venti avvalora la vegetazione delle piante; promuove la formazione di varie meteore salutari; tempera in parecchi luoghi l'ardor soverchio del Sole; ed agitando di tratto in tratto la massa dell'atmosfera, libera efficacemente l'aria da que' misti malsani, di cui s'impregna di continuo, e la rende in

cotal

cotal guisa pressochè pura, ed attissima agli usi della vita.

1246. S'egli è vero, che l'aria ha una vasta influenza su i corpi, che in se comprende (§. 801), ed in particolar modo su noi, ben potremo immaginare quanto quella debba esser maggiore, qualora agitata, e commossa, viene a percuoterci con grande veemenza. Non è possibile però di giudicare delle qualità de' venti senza conoscere i Paesi, ove spirano, e i siti adjacenti, cui debbono attraversare. Sono eglino freddi, caldi, umidi, secchi, malsani, o salubri, a norma dell' indole de' terreni, e degli spazj, d'onde procedono, oppur su cui passano spirando. Presso di noi i venti di Scirocco, e di Libeccio sono umidissimi, e poco salubri, perchè dovendo varcare il Mediterraneo per giugnervi, s'imbevono d'una copia grandissima di particelle vaporose, che indeboliscono sensibilmente le fibre della nostra macchina. Al contrario i venti di Tramontana, e di Greco, sono secchi, e freddissimi, perchè procedono da Paesi montagnosi, abbondantissimi di nevi. I venti dunque agiscono su noi secondo la natura dell'aria, che ne forma la corrente; ed arrecando seco loro, e trasfondendo sovente ne'climi temperati l'intemperie or de' climi più caldi, ed or de' più freddi; vengono a cangiare la costituzion dell'atmosfera. In forza di tali cangiamenti improvvisi, sien di caldo, sien di freddo, di umidità, o di secchezza, soglion essi riuscir d'ordinario assai perniciosi alla salute; essendo fuor d'ogni contesa, che le mutazioni istantanee del tempo cagionano la massima parte delle malattie dipendenti dall'

 in-

intemperie dell'aria. Veggiamo in fatti, che alcune infermità sono più frequenti nel cangiar delle stagioni, e della qualità del tempo; e 'l mese di Marzo, in cui succede il passaggio dall'inverno alla primavera, è sempre il foriero di pericolose malattie. Succede talvolta, ch'essi arrecan seco dalle contrade, su cui van passando, delle esalazioni micidiali, onde derivan non di rado de' morbi epidemici, siccome al contrario purgan talora efficacemente l'atmosfera da que' miasmi, e da quei fluidi malsani, onde trovasi per avventura impregnata, ed infetta. Quindi è, che, generalmente parlando, l'aria non è mai più sana, e più pura, che dopo una fiera procella: la respirazione allora è più libera, e confortevole, gli oggetti, tolta di mezzo quella sorta di velo quasi insensibile, che gli appanna in certo modo, si ravvisan più chiari, e più distinti, e sembrano finanche, per ragione della loro chiarezza, che sieno a noi più vicini.

1247. Chi vuol giudicare della qualità de' venti nel Paese, ove dimora, convien che si provveda di una bussola esatta, e di una carta geografica. Messo quindi il centro della bussola sul Paese, ov'egli vive, uopo è prolungare sulla detta carta i rombi de' venti contrassegnati sulla bussola (*a*). Per tal mezzo acquisterà egli la conoscenza delle contrade, e de' luoghi, d'onde procedon quei venti prima di giu-

(a) Tutte le linee della bussola, tirate dal centro alla circonferenza, destinate ad indicar la direzione de' venti, diconsi *rombi*.

giugnere al suo proprio Paese; e la cognizione delle qualità di quei terreni, de' laghi, delle paludi, o de' mari, che i venti debbono attraversare, congiunta ad una certa pratica, che deriva da accurate, e ripetute osservazioni, che somministrano i lumi più certi, e decisivi, porrà l' esperto Osservatore nello stato di poter prognosticare, o almeno intender gli effetti, che que' tali venti debbono produrre.

LEZIONE XX.

Sull' Acqua.

1248. OVunque piaccia al curioso Osservatore di volger lo sguardo nella contemplazione della vasta mole dell' Universo, si accorge di leggieri non esservi alcuno fra gli esseri creati, che si trovi sparso da per tutto con tanta magnificenza, e con tanta profusione, quanto è l' acqua. Diffusa ella ampiamente sulla superficie di questo nostro Globo, ci rappresenta un grandioso spettacolo, formando oceani immensi ugualmente ammirabili per la loro profondità, che per la diversità delle loro correnti, e de' loro giri, fiumi di vastissima estensione, torrenti impetuosi, sorgenti di varie qualità, laghi, e paludi. Racchiusa ella d' altronde nelle viscere della Terra va quivi scorrendo con impero, al par del sangue nelle vene degli animali, oppur va trapelando lentamente, per somministrar l' umore e 'l perenne

alimento ai fonti, ed ai fiumi, che prendon l' origine da' naturali serbatoj, che trovansi ripartiti con mirabil ordine, e magistero nel sen della Terra. Nelle Lezioni precedenti l'abbiam veduto innalzarsi nell' aere, mercè la forza dissolvente dell' aer medesimo, ed ingombrar da per tutto l' atmosfera, senza eccezione di luogo, di tempo, e di stagione, ritrovandovisi in quantità bastantemente sensibile, anche nello stato il più secco dell' atmosfera, somministrando quivi la materia alle nebbie, alla rugiada, alle nubi, alle piogge, alla neve, alla grandine, e ad altre meteore di simigliante natura. Che direm degli animali, de' vegetabili, de' minerali, nella cui sostanza, e nella cui organizzazione scorgesi ella possedere un alto dominio; perciocchè non solamente somministra un veicolo sempre pronto, ed attivo per condurre negli aditi più rimoti di quelli le materie atte alla loro nutrizione, ed al loro sviluppo, ma sì pure ella stessa, scomposta dalle segrete forze della Natura, vi si arresta in parte, vi si consolida, e passa a costituire, combinandovisi in diverse proporzioni, le moltiplici diverse parti, onde poscia risulta la loro sostanza. Ella è dunque, che contribuisce essenzialmente allo sviluppo, alla nascita, alla vita, all' accrescimento, alla moltiplicazione di tutti gli esseri organici. Le quali cose, per poco ch' altri voglia contemplarle attentamente, ci debbono persuadere, che la Terra quando fosse del tutto priva dell' acqua, altro non sarebbe che un informe, e lurido ammasso d' arida polve, spogliato intieramente di animali, di vegetabili, e son per dire finanche di minerali.

1249.

1249. Sparsa l'acqua per ogni dove, siccome abbiam brevemente dimostrato, riguardar si dee come uno degli agenti più poderosi, e formidabili, a cui impera la Natura. Benchè talora placida, e stagnante, sembra del tutto incapace di operar grandi cose, il più delle volte però agitata da rapidi movimenti, e non di rado inquieta, e furibonda, non ha argine, che la raffreni, non ha ostacolo, che l'arresti, non forza, che la contrasti; ma vincitrice sempre e rigogliosa, scorre, e devasta immense campagne; abbatte ville, e città; stermina boschi, e capanne; sommerge Isole, e Continenti; avvalla monti, e colline; oppur ne forma, e ne innalza de' nuovi nell'incommensurabil suo seno; e cangia in tal guisa imperiosamente di tratto in tratto la faccia della Terra (a). Varrà dunque moltissimo a nostra istruzione il formarne l'oggetto delle nostre ricerche, affin d'investigarne la natura, e le proprietà, ch' ella possiede; perciocchè siffatte nozioni ci apriranno la strada all'intelligenza degli effetti, e de' fenomeni, ch' ella produce.

AR-

(a) Oltre ai tanti cangiamenti, che osserviamo prodursi di tempo in tempo sulla faccia della Terra in forza dell'acqua, quand'altri volesse internarsi nella considerazione de' fatti numerosissimi raccolti con tanto studio, e con tanti sudori da illustri Filosofi, non durerebbe fatica a ritrovar ragionevolissima la loro opinione, e forse a persuadersi; che la superficie del Globo oggi abitata, fosse stata una volta ricoperta dalle acque del mare, e conseguentemente, che il fondo attuale del mare fosse stato in tale epoca il Continente. Leggasi fra le altre l'Opera di M. de Luc intitolata: *Lettere sopra l'Uomo, sopra la Terra ec.*

ARTICOLO I.

Della natura dell'Acqua.

1250. HA regnato per più secoli la general credenza non men tra gli antichi, che tra i moderni Filosofi fino all'A. 1784, che l'acqua non altrimenti che l'aria, fosse un elemento semplicissimo (§. 1103). E benchè vi sieno stati di coloro, che han tenuto per fermo potersi l'acqua convertire in aria, od anche in terra; tuttavolta però i Chimici più sensati sono stati di avviso esser ella una sostanza elementare affatto incapace di qualunque alterazione. Avendo Boyle, ed a sua imitazione altri Chimici illustri, distillato più volte di seguito lo stesso volume di acqua, ne ritrassero in ogni distillazione una certa porzione di terra, cosicchè dopo la centesima distillazione, se ne ottennero 6 decime: dal che riputarono eglino doversene inferire, che proseguendo più oltre la dichiarata operazione, tutta la massa dell'acqua sarebbesi convertita nel testè mentovato elemento. Egli è vero benanche, che l'acqua distillata, racchiusa in un matraccio guernito di un lunghissimo collo, ermeticamente suggellato, dopo di avervi bollito per due giorni senza interruzione, comincia a prendere un color bianchiccio, che dopo sei giorni di bollitura divien come latte, e che a capo di dodici giorni si fa densa, e glutinosa: ma egli è indubitato d'altronde, che i Signori Lavoisier, e Scheele, quantunque avessero ottenuto il medesimo risultato dal ripeter parecchie volte questi stessi esperimenti colla massima diligenza, e con

e con tutte le cautele possibili, ci rendon sicuri, che l'indicata terra, la quale si ottiene in ogni distillazione, non è affatto appartenente all'acqua, ma deriva soltanto da' vasi, ove si eseguono le dette operazioni. Rinvennero essi in fatti, e si accorsero ad evidenza, che la faccia interiore del fondo del matraccio avea perduto interamente il suo lustro fino all'altezza, ove l'acqua era montata bollendo, e quindi inferirono con ragione, che il vetro del matraccio soffre qualche sorta di scomposizione in forza del fuoco durante una operazione così lunga, e che cotal materia decomposta comunica all'acqua le qualità mentovate. Al che si aggiugne, che pesati diligentemente i vasi suddetti prima, e dopo di avervi distillata dell'acqua, si è costantemente rinvennto, che la terra in quistione pareggiava esattamente il peso, che andavasi scemando ne' vasi.

1251. Nel mezzo di cotesta universal persuasione intorno alla natura semplice, ed elementare dell'acqua, sorse, non ha guari, una nuova oppinione fra i Chimici novelli, i quali stretti dalla forza di alcuni esperimenti istituiti da Priestley, e da Cavendish in Inghilterra, cominciarono a sospettare, che l'acqua, lungi dall'essere un semplice elemento, fosse realmente un composto d'idrogeno, e di ossigeno combinati insieme in certe date proporzioni. Gli esperimenti, mercè di cui si rendè affatto palese, e dimostrata questa verità, furon praticati da Lavoisier, e la Place, alcuni de' quali ebbero per oggetto di scomporre l'acqua ne' due principj divisati, ed altri di ricomporla di bel nuovo mercè la riunione de' principj me-

medesimi, onde risultasse dall'analisi, e dalla sintesi l'evidenza della verità, ch'essi intendevano di dimostrare. Affin di porre in chiaro una dottrina di tanto interesse, rapporteremo qui i loro principali esperimenti, che sono i seguenti.

1252. Prese Lavoisier un ampio tubo di vetro verde ben cotto, espresso da A B, e vi pose al di dentro 274 grani di raschiatura di ferro dolce: indi adattatavi ad una cima la storta di vetro C, ed all'altra un serpentino R, che andasse a metter capo nella bottiglia D a doppio collo, e guernita di un tubo ritorto *cd*; pose il tubo A B ad arroventare sul fuoco E; e ve lo accese similmente nel fornello F, per far bollire l'acqua contenuta nella storta C. Il risultato si fu, 1.° che l'acqua passata in vapori pel tubo A B, pesava 100 grani; 2.° che nella bottiglia D passarono 416 pollici cubici di *Gas idrogeno*, equivalenti a 15 grani; e finalmente, che la raschiatura del ferro contenuta nel tubo, ritrovossi convertita in *etiope marziale*, o sia *ossido di ferro nero*, e'l suo peso accresciuto di 85 grani, che co' 15 grani di peso del Gas idrogeno ottenuto in D, pareggiano appuntino i 100 grani d'acqua convertiti in vapore. Le quali cose chiaramente dimostrano essersi i 100 grani di acqua scomposti per tal mezzo, ed esserne derivati 15 grani di Gas idrogeno, ed 85 grani di Gas ossigeno, o sia aria vitale, che internatasi nella raschiatura del ferro, lo ha, com'è di ragione, ridotto in ossido, siccome si è detto.

Tav. I. Fig. 19.

1253. Colla medesima facilità, e speditezza, onde abbiam detto scomporsi l'acqua mercè gli

gli additati mezzi nel testè riferito esperimento, può ella ricomporsi di bel nuovo, ricombinando insieme i due Gas, che se ne sono ottenuti, sicchè ne venga a risultar l'acqua, che vi si era già impiegata. Racchiuse in fatti l' illustre Sperimentatore in un vaso di vetro perfettamente otturato una quantità di Gas ossigeno purissimo, ed un' altra di Gas idrogeno ugualmente puro, ambidue nello stato di secchezza: indi avendoci messo il fuoco per virtù d' una elettrica scintilla, non altrimenti che praticar si suole per accender l'aria infiammabile contenuta nella pistola (§. 966), osservò i seguenti fenomeni. Il primo si fu la subitanea infiammazione d' entrambi i detti Gas, la quale fu tosto seguita da un notabil calorico manifestatosi nel vaso. Il secondo fenomeno fu quello della dissipazione del calorico nell' ambiente contiguo dopo di aver egli gradatamente penetrato il vaso: e finalmente a misura che cotal vaso andavasi raffreddando, vedeasi comparire nella sua capacità una spezie di annebbiamento, o sia di vapore sensibile, il quale condensandosi mano mano sull' interna faccia del vaso medesimo, prese la forma di acqua, o per meglio dir di rugiada, che raccolta poscia in gocce, incominciò a scorrer giù lungo le pareti del vaso.

1254. Ridottosi poscia il vaso alla natural temperatura dell' atmosfera, s' immerse il suo collo dentro dell' acqua, ove aperto il suo orifizio, videsi quella internarsi immediatamente nel vaso anzidetto, e riempierne la capacità quasi del tutto, non essendone rimasta vota che $\frac{1}{100}$ parte. Ciocchè chiaramente pruova di es-

essersi intieramente distrutte le rapportate quantità di Gas, ond' erasi prodotta la mentovata rugiada. Ed è ben da notarsi, che la rugiada medesima, aderente, come si è detto, all' interna faccia del vaso dopo l' accensione di entrambi i Gas, raccolta con gran diligenza mercè di piccioli pezzi di carta spugnosa, e poi pesata colla massima accuratezza possibile, si trovò corrispondere appuntino al peso de' detti Gas, ch' eransi impiegati per produrla.

1255. E poichè le mentovate sperienze diligentemente ripetute in Francia, in Inghilterra, in Germania, ed in altri Paesi di Europa, con voluminose masse di molte migliaja di pollici cubici d' entrambi i Gas, per averne una notabile quantità di prodotto, hanno somministrato costantemente i medesimi risultati; e la rugiada originatane, messa a tutte le pruove, si è rinvenuto esser acqua pura; v' ha tutta la ragione di conchiudere non esser l' acqua un semplice elemento, ma bensì un composto de' due Gas, idrogeno, ed ossigeno.

1256. Or questi esperimenti ci fan chiaramente scorgere esser l' acqua un vero ossido d' idrogeno (§. 878), il cui radicale idrogeno nella proporzione di 15 centesime è combinato con 85 centesime di ossigeno, entrambi spogliati del calorico, che li dissolve, e cangiali in fluidi elastici permanenti. E poichè l' idrogeno, e l' ossigeno entrano nella composizione sì delle sostanze animali, che delle vegetabili (*a*), ne avviene per conseguenza, che ren-

(*a*) Veggasi ciò, che ne abbiam detto ne' §. 899, ed 899.

renduti essi liberi nella scomposizione delle sostanze medesime, e combinandosi insieme in quell' atto per forza di affinità, vengono a formar l' acqua, che non esisteva in quelle. Ecco dunque la ragione, per cui il celebre Boerhaave rinvenne, che un pezzo di corno di cervo, indurito in modo nel corso di 40 anni, che faceva fuoco coll' acciajo, somministrò tanto di acqua col mezzo della distillazione, che pareggiava l'ottava parte del suo peso; che un pezzo d'osso d' un animale, renduto durissimo, ed arido durante lo spazio di 25 anni, diè una gran copia d'acqua in forza dello stesso mezzo. Tralascio quì di parlare dell' acqua, detta da' Chimici *acqua di cristallizzazione*, che contiensi in tutti i sali, in istato di solidità, onde deriva la lor forma cristallina, e la loro trasparenza (a). Accennerò soltanto, che in un' oncia di allumine (*allume*), o pur di solfato di soda (*sal di Glaubero*), v' è per lo meno una mezz' oncia di acqua. Per la qual cosa Talete Milesio fu di sentimento, esser l' acqua la materia primigenia, di cui vengono poscia formate tutte le varie spezie di corpi: oppinione, adottata al dì d' oggi da alcuni Fisici moderni, e particolarmente dall' insigne Walerio, come scorgesi nell' egregio suo libro intorno all' *Origine del Mondo*.

1257. Per quanto però sia luminosa la dichiarata verità concernente la composizione dell' acqua (§. 1256), non lascia d' imbarazzare oltremodo le menti de' Filosofi il considerare, che

(a) Dell' acqua di cristallizzazione si ragionerà nel §. 1269.

che 15 parti del radicale idrogeno saturate di 85 parti di ossigeno, non danno il menomo indizio di acidità nell' acqua: eppur dovrebbero darlo sensibilissimo; conciossiachè niun altro acido, per potente che sia, in se contiene tanta quantità di ossigeno, quanta ve ne ha nell' acqua. A dire il vero è questo un arcano così astruso, e inestricabile, che niuno de' Chimici recentissimi ha saputo assegnarne lo scioglimento; e quindi sembra, che un tale inaspettato fenomeno attacchi di fronte la moderna teoria dell' acidificazione da noi dichiarata nel §. 931.

1258. La diversa quantità del calorico, con cui l' acqua può esser combinata, la modifica in tre differenti forme, e la pone nello stato di fluidità, nello stato di ghiaccio, ed in quello di elasticità non permanente, ovvero nello stato di vapore. Laonde ragion vuole, ch' entriamo ad esaminarla in cotesti tre stati differenti.

ARTICOLO II.

Delle proprietà dell' Acqua considerata nello stato di fluidità.

1259. L' Acqua, siccome ognun sa, è un fluido trasparente, limpidissimo al par del più terso cristallo, insipido, e privo di odore, capace di congelarsi mercè di un determinato grado di freddo. In questo stato di fluidità si presenta ella a noi più sovente, ed in vastissime estensioni sulla faccia della Terra. Non è questo però lo stato più naturale dell' acqua; perciocchè cotesta fluidità vien cagionata

dal

dal calorico; ch'è il dissolvente universale della Natura. Il calorico combinandosi coll'acqua mercè la forza di affinità, ne disgrega in certo modo le particelle esilissime, che la compongono, e queste per la loro forma sferica rendonsi facilmente scorrevoli le une sulle altre. Tolto il calorico dall'Universo, l'acqua resterebbe naturalmente in un perpetuo stato di ghiaccio.

1260. La quantità di calorico, che l'acqua assorbe per mantenersi nel suo stato naturale di fluidità alla temperatura di zero, o vogliam dire al punto della congelazione, è tale, che se essendo ella in tale stato, le si aggiungesse un'altra *ugual quantità* di calorico, la sua temperatura si eleverebbe a 60 gradi del Termometro di Réaumur. Ciò si pruova versando una libbra di acqua calda alla temperatura di 60 gradi sopra una libbra di ghiaccio. Con tal mezzo il ghiaccio discioglierassi in acqua, e quest'acqua, che ne risulta, quantunque abbia assorbito 60 gradi di calorico, troverassi alla temperatura di zero. Questa quantità di calorico è intimamente combinata con l'acqua per mantenerla fluida, e perciò non si può rilevare in verun modo per mezzo del Termometro: questo non può misurare, ed indicare, se non se il di più di calorico, che l'acqua è capace di ricevere. V'ha dunque nell'acqua due distinte quantità di calorico, cioè a dire una in combinazione, che la tiene in istato di fluidità; e l'altra libera, o sia sensibile, che può ravvisarsi col mezzo del Termometro; e serve a produrvi que' tali gradi di rarefazione, che la portano successivamente allo stato di fluido elastico

tico, siccome dichiareremo nell' Articolo seguente.

1261. Succede all'acqua quel che abbiam detto dell'aria, (§. 735); vale a dire, che forse non esiste in verun luogo del tutto pura, essendo ella facilissima ad impregnarsi di particelle straniere; e l'esperienza ci fa vedere, che non ci è massa d'acqua, per limpida ch'ella sia, la quale non contenga de' principj eterogenei avviluppati nella sua sostanza, i quali per altro differiscono notabilmente nella loro quantità, e qualità. Nell'acqua di neve, secondo l'analisi di Bergman, suol essersi del muriato di calce (*sal marino calcareo*), e un debole indizio di nitrato calcareo; le quali sostanze rinvengonsi in maggior dose nell'acqua piovana. Quelle di fiume sogliono contenere della terra calcarea, del muriato di soda (*sal comune*), e talvolta un poco di alcali: le acque de' pozzi sono d'ordinario più doviziose degli stessi principj, e sovente ancora di solfato di calce (*selenite*), e di nitrato di potassa (*nitro*). Quasi tutte poi tengono in se avviluppata dell'aria pura, onde nasce quel vivo senso di freschezza, che anima per così dire le acque potabili. Ve n'ha poi parecchie, le quali sono più o meno impregnate di Gas acido carbonico. L'esistenza di siffatti principj nelle acque, indipendentemente dall'analisi, si manifesta sensibilmente dalla varia lor qualità, non essendo esse ugualmenee atte a cuocere i legumi, a far del buon pane, del tè, del caffè, alla manifattura delle tinte, e ad altre operazioni di simigliante natura.

1262. Non essendo possibile di aver l'acqua

qua in tutta la sua purità per cagione delle materie estranee, ond'ella facilmente s'impregna (1261), non si può similmente determinare con tutta l'esattezza la sua gravità specifica, essendo ella diversa a proporzione che l'acqua trovasi più, o meno caricata di quelle tali materie. Vuolsi anche porre a calcolo il divario, che si cagiona in cotal peso, sì dalla diversa pressione dell'atmosfera, che dalla differente temperatura della medesima ne' diversi tempi, e nelle varie stagioni. Da ciò derivano i dispareri tra molti di coloro, che han cercato di farne il saggio. Per la qual cosa i Filosofi recentissimi, affin di evitare i riferiti inconvenienti, sono convenuti non solamente di far uso dell'acqua distillata, ma eziandio di stabilire la gravità mezzana di essa, cioè a dire il peso, ch'ella possiede qualora il Barometro trovasi elevato a 28 pollici (ch'è la pressione media dell'atmosfera), e quando il Termometro indica 10 gradi nella scala di Réaumur (ch'è la temperatura mezzana dell' atmosfera medesima), come si è detto dell' aria (§. 766): ed in tal modo han rinvenuto, che la gravità specifica dell'acqua è a quella dell'aria presso a poco come 850 ad 1, benchè secondo Brisson è come 811 $\frac{1}{2}$ ad 1. E' ella circa 13 volte e mezzo più leggiera del mercurio, e il volume di un piede cubico d' acqua dolce fassi ascendere a 70 libbre, e 2 once Parigine (a).

1263.

(a) Convien rammentarsi di ciò, che si è altre volte avvertito, cioè a dire che la libbra di Parigi è composta di 16 once.

1263. Tra le varie proprietà dell' acqua vi è quella di esser ella incompressibile, ossia incapace di condensazione, per grande che sia lo sforzo, che altri vi usi. I primi a scuoprire una tale verità furono gli Accademici del Cimento, i quali avendo riempiuto d'acqua addiacciata un globo dilicato di argento; e quindi avendo chiuso il suo orifizio colla massima esattezza possibile; osservarono, che a proporzione che il globo si ammaccava in virtù de'colpi del martello, l'acqua in esso contenuta, lungi dal soffrire il menomo condensamento, trapelava fuori pe' pori del metallo alla guisa che fa il mercurio per quei d'una pelle. Questo esperimento ha corrisposto esattamente all'aspettazione di tutti coloro, i quali lo hanno ripetuto, anche col far uso di acqua spogliata intieramente dell'aria, che appiattar si suole ne' suoi pori; ed è bello il vedere, che non cede agli sforzi della compressione neppur l'acqua calda, il cui volume si trova sensibilmente dilatato in virtù del calorico. Ciò nondimeno v'ha ancora chi sostiene esservi nell'acqua qualche grado di elasticità. Or quantunque l'acqua non sia sensibilmente compressibile per qualunque artifizio, che altri vi abbia adoperato (avendo gli Accademici del Cimento fatt'uso di varj tentativi oltre al divisato di sopra, fino a quello di caricare di 80 libbre di mercurio un picciol volume di acqua racchiuso in un tubo); scorgesi però, ch'ella si addensa poi di bel nuovo da se stessa qualor si raffredda. E poi non è egli vero, che l'acqua soggiace ai diversi gradi della pressione dell'atmosfera, ed ai cangiamenti

ti di densità, che vi cagiona la differente temperatura della medesima? Forz'è dunque, ch' ella si addensi, oppur si dilati perennemente, quantunque siffatte mutazioni sieno poco sensibili a' sensi nostri.

1264. L'acqua possiede un' affinità notabilissima coll' aria, e questa l' ha reciprocamente coll' acqua. Basta il solo contatto per porre in azione cotale affinità; si promuove però maggiormente con altri mezzi: sicchè l' aria che prema semplicemente sulla superficie dell' acqua, ne attrae, e ne scioglie una certa quantità, la quale divien maggiore se l' aria vada scorrendo con impeto sulla superficie anzidetta a foggia di vento, e quindi maggiore di molto; se racchiuse entrambe in un vaso, vengano quivi agitate, e commosse con veemenza. Così d' altronde l' acqua assorbisce in se l' aria, e tanto maggiormente, quanto più l' attrazione vien promossa dalle additate circostanze. Le pruove di questa verità ce le somministrano gli esperimenti istituiti sì con la Macchina pneumatica, mercè di cui abbiam sviluppato l' aria dall' acqua, sì ancora col mezzo di bottiglie, or ripiene di neve, o d' acqua fredda (§. 740), ed or di semplice aria, circondate da neve (§. 741). Nell' uno, e nell' altro caso abbiam veduto deporsi sulle pareti de' vasi l' acqua, ch' erasi attratta, e disciolta dall' aria. Ed in generale non vi è acqua, che non contenga in se una certa quantità di aria, che le comunica un certo senso di vivacità, che manca del tutto qualor ne sia priva, siccome scorgesi nell' acqua distillata, la quale oltre all' essere scipita, diviene pesante, e fastidiosa alla digestione.

 1265.

1265. Cotesta reciproca affinità fra l'acqua, e l'aria vien promossa parimente e dalla maggior densità, e dalla temperatura più elevata di tali sostanze. Fate il voto nella Macchina pneumatica, anche in tempo, che l'aria è asciutta: vedrete immancabilmente, che a misura che si andrà rarefacendo l'aria nel Recipiente, andrassi ella annebbiando di mano in mano, e deporrà sulle pareti di quello una tenue rugiada. Ciò dimostra ad evidenza, che l'acqua disciolta nell'aria di natural densità, vassi precipitando a proporzione che siffatta densità viensi a scemare. Osservasi parimente coll'esperienza, che giunta l'acqua al bollore, l'aria in essa esistente conformasi in bolle, e le s'invola: ciocchè avviene benanche quando l'acqua si congela. Dunque è giusto il conchiudere, che il punto della congelazione, e la temperatura dell'acqua bollente sono i due limiti, tra cui ha luogo l'affinità fra l'acqua, e l'aria: la quale estenzione ridotta a gradi, ritrovasi fra il zero, e gli 80 gradi del Termometro di Réaumur, o sia fra 32, e 212 gradi del Termometro di Farenheit.

1266. Operandosi la dissoluzione de' vapori nell'aria in ragione della sua densità, e temperatura; ed essendo dimostrato d'altronde, esser soggetta l'atmosfera a perpetue vicissitudini sì di temperatura, che di densità, chi non comprende, che ci debbono esser quivi perennemente or delle disoluzioni, ed ora delle precipitazioni di vapori, e conseguentemente or dell'assorbimento, ed ora dello sviluppo di calorico: i quali effetti debbono poi dar l'origine a continui variati fenomeni, risguardanti sì

all'

all' intemperie dell' aria, che alla formazione di differenti meteore, di cui verrem ragionando in luogo più conveniente. Quì faremo osservare soltanto, che lo stato igrometrico dell' aria, o sia quello, in cui l' Igrometro può indicare i vari gradi di umidità, o di secchezza (§. 842), è solamente il punto, in cui i vapori messi in libertà vanno a combinarsi coll' aria, ovvero quando scomposta una tal combinazione, vien l' acqua a precipitarsi, come si è detto (§. 1265); giacchè l' acqua combinata coll' aria non è discernibile per mezzo dell' Igrometro, non altrimenti che il calorico combinato non può ravvisarsi in alcun modo per via del Termometro (§. 1260).

1267. L' acqua ha similmente una grande affinità con que' metalli, che sono di lor natura i più combustibili, attesochè anche a freddo hanno la facoltà di scomporla lentamente, di assorbirne in qualche modo l' ossigeno, e di ossidarsi; d' onde deriva poi la rugine, che naturalmente si genera nel ferro, ed in altri metalli di tal natura, essendo esposti al contatto dell' aria umida.

1268. La grande affinità, che ha l' acqua con una infinita varietà di sostanze, fa sì, ch' ella sia in fatti il dissolvente più efficace, e più proderoso, che sievi in Natura dopo il calorico. E chi sa se non possa a ciò coadjuvare la picciolezza, e la gran mobilità delle sue particelle? Le pelli, le corde, i legni d' ogni genere, le sostanze vegetabili, ed animali, ed altre di tal fatta, ne sono penetrate soltanto; gonfiasi il lor volume, e si aumentano di peso, siccome lo veggiamo alla giornata, e come cel dimostrano

similmente i telaj delle finestre, le porte, i forzieri, ed altri simili lavori di legname, i quali se non sieno bene stagionati, o ricoperti di vernice, non si possono chiuder talvolta in tempi assai umidi; e nelle vicende de' tempi si screpolano, si fendono, si distaccano nelle loro commessure, con uno scoppio considerabile. Ma i sali d'ogni genere, varie spezie di terre, le gomme, ed altre sostanze di tal natura, vengon da essa ridotte ad un perfetto scioglimento, e succede sviluppo di calorico: il qual potere cresce a proporzione che le sue particelle rendonsi più attive, e l'affinità rendesi più efficace in forza del calorico.

1269. I sali massimamente sono disciolti dall'acqua con tanta energia, che non v'ha alcun mezzo meccanico, qualunque egli sia, che valga a disgregarli in particelle così tenui (a). Si può concepire, ch'ella gli divide ne' loro componenti primitivi. Quindi nasce, che renduti essi liberi, e sciolti dentro l'acqua, la forza di affinità di aggregazione, che tende ad approssimarli, ed a far che gli uni attraggano gli altri, e questi reciprocamente quelli, può in simil guisa liberamente agire dal canto suo, e far sì, che a proporzione che l'acqua svapora, si vadan quelli raggiugnendo a vicenda per via di quelle facce della lor superficie, che hanno maggior rapporto fra

(a) E' osservabile, che i sali più solubili nell'acqua sono quelli, che hanno un sapore più vivo; disortachè i sali amarissimi vanno facilmente in deliquescenza in virtù dell'umidità, che attraggono dall'atmosfera.

fra loro; e formino in fine delle cristallizzazioni solide, e regolari (*a*).

1270. Vuolsi però avvertire, che un dato volume di acqua non è capace di sciogliere, salvochè una determinata quantità di sale. Dopo di averla disciolta dicesi allora d'esserne *saturata*; talmentechè qualunque altra quantità, che vi si gettasse al di dentro, non ne sarebbe attaccata affatto, e rimarrebbe del tutto illesa. In questo stato di cose reca stupore il vedere ch'ella è attissima a sciogliere un'altra quantità di sale di natura diversa da quello, di cui abbiam supposto trovarsi ella già saturata. Si aggiugne a ciò, che uguali quantità di acqua distillata non dissolvono quantità uguali di sali diversi per potersene saturare. Rinviensi in fatti nel catalogo di Spielman, ch'è il risultato delle sperienze da lui praticate, che un'oncia di acqua distillata, alla temperatura di 5 gradi del Termometro di Farenheit, dissolve 360 grani di zucchero, 324 di solfato di magnesia (*sale d' Epsom*), 170 di muriato di soda (*sal comune*), 80 di solfato di ferro (*vetriuolo verde*), 14 di solfato d'allumine (*allume*), e così de' rimanenti.

1271. Per l'efficacia, ch'ella possiede, d'inter-

nar-

(a) I sali nell'atto che si cristallizzano, ritengon sempre nella loro sostanza una certa quantità di acqua, che dicesi *acqua di cristallizzazione*. Se voi polverizzate una data quantità di sale asciuttissimo, e poscia il cristallizzate, siffatti cristalli pesano talvolta il doppio del sale, che ci avete impiegato. Or quest'acqua di cristalizzazione non è essenziale al sale, ma necessaria per dargli la forma cristallina, disortachè quando ne sia tolta, la trasparenza, e la forma regolare svaniscono immancabilmente.

narsi ne' pori de' corpi, e di tenere in dissoluzione i sali, alcune spezie di Gas, ed altre simili sostanze, riesce ella attissima, anzi necessaria, non solamente alla vegetazion delle piante, ma eziandio alla vita degli animali: ed è ella il veicolo di tali materie non solo per la via delle radici, ma ancora pei pori assorbenti delle foglie, che sono i due organi principali, per cui i vegetabili assorbiscono il loro nutrimento, siccome costa dall' esperienza (*a*). Introdotti tali principj negli organi delle piante mercè il veicolo dell' acqua, formano unitamente alla medesima un fluido omogeneo, qual è il lor sugo, che ne va distendendo successivamente i vasi: messo indi in circolazione, vassi egli modificando, va cangiando natura, va rendendosi atto, in forza di particolari affinità, ed in virtù delle secrezioni convenienti, a formare i materiali diversi de' vegetabili. Questi essendo liquidi nella loro origine, cominciano ad inspessirsi, e perdono a gradi il fluido dissolvente, talchè giunti finalmente allo stato di solidità, cagionano lo sviluppo, e l'accrescimento delle piante. Intanto tuttociò, che v' ha di superfluo, ne vien cacciato fuori per le vie idonee in forma di liquido, oppure svapora pe' pori delle foglie a guisa di fluido aeriforme.

1272. Dalla facilità, e prontezza, onde l'acqua s' interna ne' cuoj, ne' minimi vasi de' ve-

ge-

(a) Questa verità rendesi palese dal vedere, che immergendosi le radici, e le foglie di una pianta in un liquore colorato, ne vien questo assorbito, e s' introduce agevolmente ne' vasi, e negli organi della pianta medesima.

getabili, e degli animali, nelle pietre, e finanche ne' metalli (§. 1267), i quali riescono del tutto impenetrabili all' aria, taluni han francamente conchiuso, che le parti dell' acqua sono più tenui, e sottili di quelle dell' aria. Questa induzione però non è concludente; potendo derivare, com' è ragionevole, l' accennata differenza dalle particolari affinità, avvalorate per avventura dal diverso peso, dalla varia configurazione delle loro parti, e da altre cagioni simiglianti. Un tubo capillare finissimo, che dà l' adito all' aria, non lascia passar l' acqua. Potrebbesi dunque necessariamente conchiuder da ciò; che le parti dell' aria sono più sottili di quelle dell' acqua?

1273. L' acqua ne' suoi movimenti ubbidisce a quelle leggi, a cui soggiaciono i corpi solidi, ond' è, che discende ella pei piani inclinati con moto accelerato; che l' impeto, o sia la quantità di moto, ond' ella percuote, è in ragion composta della sua massa, e della sua velocità; che riagisce quando è percossa ec. La resistenza, ch' ella fa contro i corpi, che vanno ad urtarla, si può render manifesta per via di semplicissimi sperimenti. Fate cader dall' alto una pietra quadrata, ch' abbia, per esempio, la superficie di un piede, sull' acqua del mare, quand' è in calma, oppur su quella di un lago. Nell' atto della percossa, vedrassi la pietra rimbalzata in alto con forza proporzionale alla velocità, con cui è discesa. Facciasi uso dell' apparecchio descritto nel §. 365; e caricata a palla la canna di archibuso I K, s' inclini per circa cinque gradi al di sotto della linea orizzontale, e poscia si spari. Sarà tale la resistenza

Tom. I. Tav. IV. Fig. 32.

za

za dell'acqua, contro cui la palla andrà ad urtare, che oltre al soffrir questa talora in quella parte della sua superficie, onde s' imbatte, un notabilissimo schiacciamento, ne sarà rimbalzata con tanta violenza, che andrà a forare un pezzo di tavola, che si ergesse a piombo su'l lato E del vaso ABCD, ove l'acqua è riposta. La resistenza dell'acqua vien comprovata similmente in una maniera incontrastabile dall'ordinario giocolino de' ragazzi, i quali tirando una pietra obliquamente sulla superficie di quella, ne la fanno indi risaltare, a tenor delle leggi del moto, una, o più volte di seguito, con loro grandissimo diletto.

ARTICOLO III.

Dell' Acqua considerata nello stato di Vapore.

1274. L'Acqua, che dallo stato di solidità passa a quello di liquido in forza di una certa dose di calorico, che l'investe, e vi rimane combinato (§. 1259); e che aumentandosi il calorico stesso, comincia a dilatarsi, ed a crescere di volume; quando la quantità di quello sia tale, che la sua temperatura giunga ad elevarsi fino ad 80 gradi del Termometro di Réaumur, oppure a 212 di quello di Farenheit (a), prende tosto la forma vaporosa, e convertesi in un fluido aeriforme non permanente,

te,

(a) La descrizione di questi Termometri si darà nella Lezione XXII.

te, siccome quello, che perdendo cotal tempe-
ratura, si va mano mano addensando, e con-
vertesi in acqua di bel nuovo. Ciocchè dimo-
stra ad evidenza, che il passaggio dell'acqua
allo stato di vapore non altera in alcun modo
la natura dell'ossido d'idrogeno, ond'ella vien
formata (§. 1256). Considerando l'acqua in
questo punto di veduta, ci presenta ella parec-
chie altre proprietà, e nuovi fenomeni interes-
santissimi, i quali meritano d'essere esaminati
con una particolare attenzione.

1275. Per poter meglio seguire le tracce del-
la Natura in queste tali ricerche, mettiam l'
acqua dentro d'un vaso, ed esponiamolo al
fuoco; ed affinchè possiam meglio vedere quel-
lo che siegue, facciam che un tal vaso sia di
vetro dilicato. Dopo di esser ella stata per pic-
ciol tempo in questa situazione, incomincia ad
esser penetrata dal calorico, le cui particelle
disposte regolarmente in una serie, veggonsi
montar su dal fondo del vaso verso la superfi-
cie dell'acqua alla guisa di tanti fili luminosi
che si possono chiaramente scorgere al bujo a
traverso del vetro. Moltiplicandosi eglino di
mano in mano, si uniscono a formare delle
strisce luminose fino a tanto che penetrano da
per tutto, ed in varie direzioni, la sostanza
dell'acqua; le cui particelle disgregate dalla
forza di quelli, lasciano scappar l'aria, ch'era
quivi appiattata. Dilatasi questa immantinente
in vigor della sua molla, o sia del calorico,
che l'investe; e facendosi strada verso la su-
perficie dell'acqua, ove crepansi le sue bolle,
agita per tutt'i versi, e pone in grandissimo
scompiglio tutte le particelle dell'acqua mede-
sima,

sima, la quale in tal caso dicesi *bollire*. Questo bollimento viene accompagnato da una specie di sibilo, e di strepito confuso, il quale deriva sì dal crepito delle bolle aeree, sì dagli urti frequenti dell' acqua contro il fondo, e le pareti del vaso, sì finalmente dal vivo contrasto di essa coll' atmosfera imminente, la cui pressione serve di poderoso freno all' agitazione dell' acqua, ed all' innalzamento de' vapori, che se ne van mano mano staccando. Nuove particelle di calorico van succedendo di grado in grado alle prime già introdotte; e queste diffondendosi colla stessa celerità nell' aria contigua insiem co' vapori, serbasi costantemente nell' acqua il mentovato bollimento.

1276. Le particelle dell' acqua, che sono contigue al fondo del vaso, per cui s' intromette il calorico, sono le prime ad essere investite da quello; e poichè l' acqua per giugnere al bollimento è stata elevata alla temperatura di 80 gradi del Termometro di Réaumur; tostochè, essendo essa in cotale stato, le particelle anzidette le più vicine al fondo del vaso, son penetrate dal calorico sovrabbondante, vanno cangiandosi in Gas, innalzansi in forza della loro leggerezza specifica a traverso del rimanente volume d' acqua, che loro sovrasta, e trasfondonsi nell' aria, acquistando un volume 800 volte maggiore di quel che ha l' acqua nello stato liquido. Quivi entrano in una nuova combinazione mercè la forza dissolvente dell' aria (§. 742), e vi restano disciolte e galleggianti fino a tanto che spogliate del calorico sovrabbondante, si addensano di bel nuovo, e ritornano in acqua.

1277. La volatilità, che concepisce l'acqua adjacente al fondo del vaso, tostochè viene investita dal calorico sovrabbondante, è così certa, che se il vaso, ov'essa sta bollendo, suppongasi una caldaja sospesa ad una catena di ferro, si discosta in quell'atto rapidamente dal fuoco sottoposto, può il suo fondo toccarsi impunemente colla mano, senza risentire alcun grado di calore, per cagion che il calorico, a misura che vi s'intromette, vien portato via all'istante dalle particelle dell'acqua, che vansi successivamente *gassificando*.

1278. Il bollore adunque, di cui ragioniamo, senza ch'altri il contenda, è veramente il punto, in cui l'acqua dal suo stato di liquidità fa passaggio a quello di Gas, ossia di fluido aeriforme, il quale investito, e combinato col calorico, rendesi tosto volatile; disortachè staccandosi egli dalle particelle acquose non ancora ridotte a cotale stato, passa ad introdursi nello stato di perfetta trasparenza nel seno dell'atmosfera.

1279. Porta il pregio dell'opera l'osservare in questo luogo, che il grado di calorico richiesto per eccitar del bollore nell'acqua in generale, non è sempre il medesimo, ma dipende moltissimo sì dal vario grado di purità dell'acqua stessa, come ancora dallo stato attuale dell'atmosfera; conciossiachè egli è dimostrato dall'esperienza, che siccome l'acqua più pura bolle agevolmente ad un determinato grado di temperatura, così uopo è, che questa si vada aumentando sempre più per produrre lo stesso effetto, a misura che le acque sono impregnate di maggior quantità di particelle stra-

nie-

niere, specialmente quando queste sieno fisse per lor natura, e perciò restie ad esser poste in moto, com'è appunto il muriato di soda (*sal marino*) il nitrato di potassa (*nitro*), ed altre simiglianti. E' facile lo sperimentare, che nell'acqua marina non si eccita verun bollimento con quel grado di temperatura, con cui si fa bollire l'acqua distillata, oppur quella di un pozzo. Egli è d'altronde ugualmente indubitato, che il vario peso dell'atmosfera aver dee una grande influenza sull'effetto in quistione. Imperocchè dovendo l'acqua superare il peso dell'aria sovrastante nell'atto che bolle, per poter sorger in qualche modo al di sopra del suo naturale livello, e quindi sollevarsi in vapori; egli è chiaro, che potra ella farlo tanto più agevolmente, quanto è minore la pressione dell'atmosfera, che le sovrasta. Quindi ne addiviene, che l'acqua comincia a bollire ad un più leggiero grado di calorico sulla cima d'una montagna, che nel fondo della valle sottoposta, o in altri luoghi meno elevati, siccome ce lo attestano le osservazioni ripetute del Signor de Luc, del Cavalier Shuckburg, e di altri Osservatori fra i quali tiene il primo luogo Mr. de Saussure. Osservò questi, che verso la vetta del Montebianco l'acqua bolliva alla temperatura di soli 187 gradi del Termometro di Farenheit, in vece di 212. Corrispondentemente a ciò scorgesi benanche, ch'ella bolle con somma facilità dentro d'un Recipiente voto della Macchina Pneumatica; e lo svaporamento ch'ella soffre quivi in virtù della temperatura di 80 gradi del Termometro anzidetto, è assai più abbondante di quello, che segue alla tem-

pe-

peratura di 212 gradi (ch'è il punto dell'acqua bollente) all'aria libera.

1280. Vuolsi però fare sopra di ciò una osservazione importantissima; ed è, che qualunque determinata spezie di acqua, la quale facciasi bollire in vasi aperti alla stessa pressione dell'aria, giunta che sia allo stato dell'attuale bollore indicato generalmente dal grado 212 del Termometro di Farenheit, o dal grado 80 di quello di Reaumur, come si è detto, è incapace di riscaldarsi maggiormente, per quanto sia grande la quantità di fuoco, che vogliasi adoperare per aumentarne il calorico, e per quanto sia lungo il tempo, durante il quale si fa ella bollire. Sicchè l'acqua distillata, esempigrazia, acquista costantemente un determinato grado di calorico, cui non oltrepassa giammai, sempre che si faccia bollire alla medesima pressione dell'atmosfera. Lo stesso intender si dee d'una determinata acqua di pozzo, di mare, ec. Questa è cosa da destar meraviglia al primo aspetto; e la ragione più soddisfacente, che apportar si possa per poter capire onde ciò avvenga, è certamente quella, che le parti dell'acqua, fin che non giungano al bollore, si van *saturando* di calorico, che vi si combina, e si fissa. Dopo ciò, tutto il calorico, che vi si aggiugne, rende l'acqua volatile (§. 1277): staccansi le sue particelle immediatamente dalle loro simili, le attraversano rapidamente, e sollevandosi in aria in forma di vapore, sottraggonsi in tal guisa alla ulterior forza del calorico, portandone via seco loro una determinata quantità in combinazione. Questa spiegazione rendesi più evidente prima di tutto dal vedere, che qualo-

ra

ra fassi bollir l'acqua in vasi chiusi, talmentechè non possa ella sottrarsi all'azion del calorico, dopo d'esserne stata penetrata fino ad un certo segno, si eleva ad una temperatura assai più gagliarda. Si può ciò sperimentare col mezzo della *Pignatta di Papino*, ch'altro non è, se non se un vaso ben solido di metallo, il cui coperchio si può chiudere esattamente, e fermarsi per via di viti. Se un tal vaso empiasi in parte di acqua, ed in questa tengasi sospeso un pezzo di stagno, ovver di piombo; quindi chiuso esattamente il suo coperchio, si sovrapponga ad un fuoco violento; l'acqua ivi contenuta concepirà un tal grado di calorico, che sarà sufficientissimo a fondere il detto piombo, od anche lo stagno.

1281. La dichiarata verità si comprova similmente dall'osservare, che i soli corpi volatili son capaci di concepire un determinato grado di calorico senza veruna sorta di aumento del calorico stesso; ed oltracciò che un tal grado è minore, a proporzione ch'è maggiore la loro volatilità. E se mai avvien talvolta, che vengano essi esposti all'improvviso ad una temperatura maggior di quella, cui la loro volatilità è capace di soffrire, si genera nelle loro particelle un movimento così tumultuoso, che lungi dal risolversi queste dolcemente in vapori, son lanciate quà e là con una indicibile violenza. Questo accade per appunto qualor si versa dell'acqua sull'olio bollente, sopra d'un metallo fuso, oppur sopra di altre sostanze, la cui temperatura supera quella, che può comportarsi dall'acqua. E'ciò noto sopra tutto per esperienza ai Fonditori di cannoni, a cui suol avveni-

venire talora, che un poco di umidità aderente alla forma del lor pezzo d' Artiglieria, cagiona degli effetti pur troppo funesti nell'atto che vi si va a versare il metallo già fuso. L' esplosione è stata sì violenta in taluni casi, anche per gli effetti della scomposizione d' una parte dell' acqua (§. 1252), che non solo è stata capace di sfrantumare in minuzzoli la detta forma, e la fornace, colla morte degli astanti, ma eziandio di fendere il suolo fino ad una certa profondità. Or s' egli è certo, che siccome v' ha delle acque nel sen della Terra, così vi esistono parimente de' fuochi vulcanici attivissimi; chi non comprende, che una vena di acqua penetrata a caso fino alla sede di detti fuochi, può cagionare un tremuoto sì violento, che riesca fatale a numerose popolazioni? De' casi deplorabili di tal fatta ne abbiam veduto ben sovente negli anni scorsi nel Vesuvio di Napoli, ed è stato anche facile il predirli dopo le prime piogge abbondanti cadute in certe stagioni. Filtrate quelle a dovizia per entro alle ceneri vulcaniche, che ricuoprono il monte da per tutto, e quindi giunte alla sede de' fuochi sotterranei, che l' ingombravano; l' immensa massa de' vapori, in cui l' acqua andavasi dissolvendo, e 'l Gas idrogeno, che andavasi sprigionando dalla scomposizione di essa, dilatavansi con tanto impeto nel seno del Vulcano, ove l' aria esterna, siccome ognun sa, penetra agevolmente, ed andavano a percuoterlo per ogni dove con tanta veemenza, che in mezzo ad orrendi muggiti, e poscia fra nugoloni di fumo foltissimi e cupi, sentivano i Cittadini scuotersi la Terra orribil-

ribilmente fino a tanto che il fuoco riacceso, e divenuto furibondo, aprivasi la strada, su per la cima del Vulcano, ovvero squarciandone largamente il fianco (a).

1282. Avendo riguardo alle cose dette di sopra, si concepisce chiaramente che per farci una giusta idea de' vapori dell' acqua, fu d' uopo considerarli come investiti, e combinati con tre differenti quantità di calorico; cioè a dire con quella, che costituisce l' acqua nello stato di diaccio di una data densità, con quella, che la pone in istato liquido fino ad un certo grado di rarefazione, e con la terza finalmente, che dividendola in particelle tenuissime, e trasparentissime, tienla poscia disciolta in fluido elastico.

1283. Andrebbe assai lontano dal vero colui, che immaginasse, che lo svaporamento dell' aria succeda soltanto quand' ella sia esposta all' azion del fuoco artifiziale nel modo già detto; scorgendosi alla giornata, che vien egli cagionato parimente in grande abbondanza dalla semplice temperatura dell' atmosfera, per la cui efficacia, congiunta alla forza dissolvente dell' aria (§. 742), sollevasi in quella la massima parte de' vapori onde formansi poscia le nebbie, le nubi, la pioggia, ed altre meteore simiglianti.

1284. Nè sembri assurdo a chicchessia, ch' egli si possa eseguire anche in tempo d' inverno, allorachè il calor dell' aria è si debole, che lun-

---

(a) Chi volesse acquistare una compiuta idea del Vesuvio, de' fenomeni, e degli effetti, ch' egli produce, potrebbe leggere le *Stanze sul Vesuvio* composte dall' Autore, ed inserite nel primo volume del *Saggio di Poesie* da lui stampato in Palermo nella R. Stamperia.

lungi dall' aver l' efficacia di espanderla, vedesi quella addensata. Cesserà però qualunque meraviglia al riflettere, che un grado di calorico atto ad espander l' aria per due terzi soltanto del suo volume, dilata effettivamente per più migliaja di volte una massa di acqua; come dimostreremo in appresso. Dal che giustamente si deduce, che un leggerissimo, ed insensibil calore dell' atmosfera, pressochè incapace ad operar sull' aria, può benissimo agire efficacemente sull' acqua, e risolverla in vapori. Senza che vi risovvenga della forza dissolvente dell' aria, la cui efficacia, come si è detto, vuolsi da' Chimici moderni, e con ragione, avere una grandissima influenza nel cangiar l' acqua in fluido elastico, nell' assorbirlo, e nel tenerlo poscia combinato seco temporalmente (§. 742).

1285. Non vo' tralasciar di dire su questo proposito una verità di fatto, scoperta per la prima volta dal celebre Bacone da Verulamio, cioè a dire, che lo svaporamento de' laghi, e delle acque stagnanti, è assai maggiore di quello de fiumi, e delle acque correnti; sì perchè le particelle delle acque de' fiumi rotolando continuamente sopra un piano inclinato, sottraggonsi agevolmente all' azione del Sole, il quale può agire senza interruzione veruna su quelle delle acque stagnanti; sì ancora perchè le acque correnti acquistando una certa quantità di moto mercè la loro caduta su 'l divisato piano (§. 400), sono più difficilmente sollevate in alto dalla forza svaporante, che le investe.

ARTICOLO IV.

Dell' indole de' Vapori, delle loro varie spezie, e de' loro effetti.

1286. ABbiam finora spiegato in qual modo venganſi a generare i vapori, e che oltre all' essere il calorico l'agente immediato della loro generazione, entra egli essenzialmente nella loro composizione; disortachè può francamente affermarsi esser eglino un misto, che risulta dalla combinazione dell'acqua colla materia del calore, che fa quivi le veci di fluido deferente. Le pruove di questa verità trar si possono agevolmente dall'esperimento, che quì siegue. Abbiasi lo stromento inventato dal celebre Franklin, e rappresentato dalla Fig. 16 della Tav. 1, il quale vien formato dal tubo di vetro AB, lungo d'intorno a un piede, e guernito in entrambi i suoi capi delle due sfere vote, C, D, ermeticamente chiuse. Evvi nel tubo una certa quantità di acqua, ma l'intiera capacità dello stromento è perfettamente vota d'aria. Quand' altri chiude entro la mano una delle sfere, cui supporremo C, tenendo il resto dello stromento in situazione orizzontale; scorgesi immantinente, che l'acqua ridotta allo stato aeriforme, ossia il vapore elastico quivi generato per virtù del calorico della mano, scacciando con impeto l'acqua contenuta nel tubo AB, l'obbliga ad entrar con forza entro all' opposta sfera D: ove giunta, la fa per qualche tempo sensibilmente bollire quand'altri continui a tener chiusa in mano la sfera anzidetta, fino a tanto che il vapore generato vas-

Tav. I. Fig. 16

si a condensare in vigor del freddo naturale della sfera D, in cui s' introduce. Egli è tanto vero, che il vapore elastico manifestatosi nella capacità del descritto stromento vien generato dal calorico della mano; e che questo seco trasporta il vapore medesimo; ciò, è tanto vero, dicea, che la sfera C non ostante d' essere stata per qualche tempo racchiusa nella mano, si rinviene del tutto fredda s' altri la tocchi in quell' istante, per cagion d' essersi tutto il calorico comunicato all' acqua; laddove nel momento stesso, in cui cessa il bollore, e per conseguenza l' evaporazione, non lascia ella giammai di concepire un calore sensibilissimo.

1287. Questa è la ragione, per cui risulta da infiniti fatti, che i vapori consumano sempre una copia considerabile di calorico; e che questa viensi a manifestar di bel nuovo tostochè quelli si vengono a condensare; di sortachè può oggi riputarsi qual verità dimostrata, che nel passaggio d' ogni corpo dallo stato di solidità a quello di fluidità v' è assorbimento di calorico; e che questo vien poscia sprigionato tutte le volte ch' essi dallo stato di fluidità passano a quello di solidi. Bagnate con acqua, o con ispirito di vino, la palla d' un Termometro: vedrete tosto, che cominciando quel fluido a svaporare, il mercurio si abbassa, per poi risalire di bel nuovo quando sia già cessata l' evaporazione. S' impugni colla mano il mezzo del tubo AB; e tenendolo così in posizione orizzontale, s' inumidisca mercè d' una piuma imbevuta di acqua, oppur di spirito di vino, una delle sfere C, D: vedrassi l' acqua contenuta nella capacità del tubo trasportarsi rapidamen-

Tav. I. Fig. 16.

te in quella sfera, che si è inumidita, per la ragione ch'essendo il vapore elastico ivi racchiuso, addensato in vigor del freddo prodotto dall'indicata evaporazione, non ha più il potere di far contrasto all'espansione di quello, che contiensi nella sfera opposta. Dal che siegue, che tolto a questo l'ostacolo, che tenealo in freno, si espande egli, e spigne con forza l'acqua del tubo ad occupare la capacità della sfera divisata. Ed è cosa osservabile, che lo svaporamento produce un grado di freddo più o meno sensibile, a misura della maggiore, o minore volatilità del fluido, che svapora. Ciò ha somministrata l'idea di bagnarsi il corpo in tempo di state con etere solforico (*etere vitriolico*), ch'è un fluido volatilissimo, e quindi di farlo svaporare da se, rimanendo del tutto ignudo, affin di acquistare un tal grado di freddo da poter rimanere fresco in tutta la giornata, o almeno per non risentire punto gli effetti de' calori affannosi. E' tale l'efficacia di questo espediente, che potrebbesi sicuramente col mezzo di esso, quando fosse continuato al di là di certi limiti, far morire un uomo agghiadato dal freddo, anche all'aspetto del più cocente Sole di state. Questo dipende, siccome può ciascuno immaginarlo, da ciò, che i vapori portan via seco loro una notabil copia di calorico, che gli anima per così dire, e gl'innalza, unitamente alla forza dissolvente dell'aria, come si è detto (§. 1284).

1288. Mi rammento su questo proposito, che tra i varj esperimenti praticati in Londra nel 1780 in casa del Signor Nairne; ove io assisteva in compagnia del Dottor Priestley, Crawford,

ford, Magellan, ed altri celebri Fisici, vi fu quello inventato da Cullen Fisico Scozzese, a cui si dee la gloria di aver capito il primo la cagione del freddo dell'evaporazione. Fecesi cotesto esperimento con racchiudere nel Recipiente della Macchina Pneumatica un Termometro, la cui colonna mercuriale dal grado 67 di Farenheit si andò abbassando di mano in mano fino al grado 64, a misura che si andava facendo il voto dentro di quello; per la ragione appunto che scemata la pressione dell'aria, ch'è certamente un freno validissimo allo svaporamento di tutt'i fluidi, le particelle vaporose mescolate coll'aria del Recipiente potevano scappar via più agevolmente, e portar seco, non altrimenti che l'aria stessa, una notabil copia di calorico. Quindi è poi, che il raffreddamento rendesi maggiore a proporzione che l'evaporazione è più pronta, e più copiosa. Per la ragione medesima il moto d'un ventaglio, e 'l soffiar colle labbra alquanto ristrette, vengono a produrre un fresco sensibile; prescindendo dall'agitazione, e dal rinnovamento dell'aria, mercè di cui si aumenta la sua forza dissolvente (§. 1153). Per lo contrario potrebbesi agevolmente dimostrare co' fatti, che i vapori, esempigrazia, dell'acqua bollente hanno circa un terzo di calorico di più dell'acqua stessa quand'è nello stato di bollore. Farà sorpresa ad ognuno il luminoso esperimento praticatosi in Inghilterra, ove i vapori dell'acqua bollente addensati gagliardamente entro una canna di metallo, svilupparono un tal grado di calorico, che giunse ad arroventar la canna come se si fosse messa su 'l fuoco ardente.

1289. I vapori generati nel modo già dichiarato sogliònsi da' moderni Fisici distinguere in tre spezie diverse; imperciocchè alcuni di essi venendo immediatamente disciolti dall'aria, e dividendosi anche in forza della sua agitazione in particelle tenuissime, specificamente più leggiere dell'aria stessa, s'incorporano in modo tale con quella, che non sono affatto visibili, e non alterano sensibilmente la sua sottigliezza, e trasparenza. Abbiam veduto in fatti per esperienza esserci dell'umidità nell'atmosfera anche in tempo ch'ella ci sembra oltremodo secca, e serena (§. 738). I vapori di questa prima classe sogliònsi denominare *vapori elastici sciolti*, o sia *puri*. Succede però talvolta, ch'essendo i vapori elevati nell'aria, la rinvengono caricata d'una copia esuberante d'altri vapori, e perciò incapace a discioglierli. Nel qual caso essendo essi doviziosi di calorico, col quale abbiam detto esser' eglino combinati di lor natura (§. 1282), rimangono galleggianti nell'aria medesima, e si conformano in tante picciole sfere esilissime, simiglianti a quelle, che abbiam per costume di fare talvolta soffiando entro a un cannello, ch'abbia in se qualche goccia di acqua di sapone. Diconsi questi propriamente *vapori vescicolari*, onde si formano generalmente le nebbie, e le nuvole. L'ingegnoso Signor de Saussure, dalla cui Opera abbiam tratti varj lumi intorno a tal punto, c'indica il modo da poterli chiaramente ravvisare con far uso d'una lente da ingrandire, e d'una picciola tavoletta ben liscia di color nero. Se nell'atto ch'altri si trovi o nel mezzo d'una nuvola sull'alto d'un monte, ov-

ver

ver circondato da nebbia in un luogo qualunque, tenga colla mano sinistra l'accennata tavoletta, e colla destra la lente nella giusta distanza da quella, vedrà passar tratto tratto dinanzi alla superficie nera, che gli sta dirimpetto, delle sfere vaporose esilissime, che veggonsi attratte, ed arrestate talvolta su quella. Può altri scorgerle con ugual chiarezza esponendo a un raggio di Sole una tazza di caffè, di cioccolatte, o d'altro liquore ben caldo di color tendente al nero, sulla cui superficie talora con occhio nudo, ed assai meglio mercè d'una lente, si ravvisano innalzarsi i vapori alla guisa di sfere minutissime, e scorrere assai rapidamente per varie direzioni. Succede finalmente, che le particelle vaporose, onde si formano i detti vapori vescicolari, sieno in tanta abbondanza, che addensate in qualche modo, vadano a formare delle picciole sfere solide, ossia delle tenuissime gocce di acqua, le quali in vigore d'una doviziosa copia di calorico combinata seco, e col favore dell'agitazione dell'aria, mantengonsi sospese nell'aria stessa per qualche tratto di tempo. Dassi a questi la denominazione di *vapori concreti*; e son quelli appunto, da cui si generano *l'Arco baleno*, *l'Alone*, ed altre simili meteore, che non si possono produrre dalle due spezie di vapori mentovate dianzi, scorgendosi da' fatti, che non le producono le nubi. Quindi è, che l'apparizione di tali meteore vien ad essere il segno della pioggia imminente. Si rileva per via del Manometro (§. 851), che gli anzidetti vapori elastici sciolti aumentano notabilmente il volume, e l'elasticità dell'aria, entro cui si vanno ad insinuare.

1290. Risoluta l'acqua in vapori per le cagioni fin quì dichiarate, diviene ella capace di attenuarsi, e diradarsi a un segno tale, che giunga ad occupare uno spazio per lo meno quattordici mila volte maggiore di quello, che occupa in forma d'acqua; e la mentovata forza, che l'espande, è così poderosa, ch'io sarei per dire non aversi idea di veruna sorta di ostacolo atto a contrastarla. Or poichè la detta efficacia de' vapori aumentasi a proporzione che si accresce l'azion della forza, ossia del calorico, d'onde deriva; seguirem brevemente i progressi, ch'ella va facendo a misura della maggior violenza del calorico medesimo.

1291. Lo stromento atto a dare una leggiera idea di questo fatto, è quello, che dicesi *Eolipila*, ch'altro non è, se non se un picciol vaso di metallo in forma d'una pera, guernito di un collo alquanto ricurvo, che va poscia a terminare in un picciolissimo orifizio. Ripieno egli in parte di acqua, e quindi sovrapposto ad ardenti brace, ne incomincia ad uscire, dopo d'un breve tempo, un leggiero, e continuato spruzzo di vapore, il quale prendendo forza di grado in grado, divien finalmente impetuosissimo, e sentesi accompagnato da una spezie di sibilo, del tutto simile a quello d'un vento burrascoso. Quindi è, che si diè la denominazione di Eolipila a cotale stromento, ch'altro non significa in greca favella, salvochè la *porta di Eolo*; sull' idea già nota de' Poeti, ch'essendo Eolo il Dio de' venti, e delle procelle, gli tenga racchiusi entro a caverne, una delle quali vien figurata dal detto

stro-

stromento. Ecco come la descrive Virgilio (a).

. . . . , *Hic vasto Rex Æolus antro*
Luctantes ventos, tempestatesque sonoras
Imperio premit, & vinclis, & carcere frænat.
Illi indignantes magno cum murmure montis
Circum claustra fremunt. Celsa sedet Æolus arce
Sceptra tenens, mollitque animos, & temperat iras.

Esce il vapore con tanto impeto dall'indicato orifizio dell'Eolipila, che se per caso, o ad arte si venisse egli ad otturare, il vapore racchiuso al di dentro acquisterebbe una tal forza espansiva, che vinto il freno del metallo, che lo chiude, non solamente lo ridurrebbe in pezzi con un orribile scoppio, ma recar potrebbe nel tempo stesso del grave danno a' circostanti. E' facile il dimostrare per via di un calcolo, che una Eolipila di quattro pollici di diametro, e della doppiezza di $\frac{8}{100}$ di pollice, è crepata talvolta con una forza uguale a 38250 libbre.

1292. Il rapportato effetto dell'Eolipila vien rappresentato in picciolo da quelle minute palle di vetro, ripiene in parte di acqua, le quali gettate per giuoco su i carboni accesi, sentonsi scoppiare dopo breve tempo con gran violenza, e fragore. E' celebre l' esperimento praticato fin dalla metà del secolo XVIII dal Marchese di Worcester, il quale avendo ripie-

no

(a) Æneid. lib. I.

no d'acqua per tre quarti della sua capacità un grosso cannone; e quindi avendone otturata la bocca, e 'l focone, nella maniera la più efficace, ed esatta, che fosse possibile; lo dispose orizzontalmente, e vi accese al di sotto un fuoco attivissimo. Dopo di averlo lasciato in questo stato durante lo spazio di 24 ore, fu tale la violenza, onde l'acqua ridotta in vapori si sforzò di espandersi per tutt' i lati, che il cannone vidési crepare orribilmente alla guisa di una granata.

1293. Ciò può servire di un luminoso esempio della tremenda forza del vapore dell'acqua. Ella è tale, a tenor de' calcoli già fatti, che supera per ben tre volte, e mezzo, quella della polve da cannone (calcolando l'espansione di questa secondo Belidor; poichè secondo altri risultati sarebbe anche maggiore): cosicchè se mai si potesse ritrovare un mezzo da ridur l'acqua in vapore con quella facilità, e prontezza, onde si accende, e si mette in azione la polve d'archibuso, non v'ha il menomo dubbio, che i cannoni a vapore produrrebbero effetti assai più notabili di quelli, che produconsi dalla polve. Per darne una qualche idea proporrò il seguente esperimento.

1294. Prendasi una buona canna di archibuso, e fatte cadere poche gocce di acqua entro alla sua culatta, vi s' introduca una palla di piombo con una forza notabile. Messa quindi la culatta dell' archibuso dentro di un fuoco attivo, si badi bene quando il vapore dell'acqua antecedentemente ivi racchiusa, comincia ad uscir dal detto focone; conciossiachè questo indicherà, che l'aria n' è già stata spinta fuo-

ri,

ri, e che l'acqua principia ad espandersi. Si chiuda immediatamente il focone con una punta di metallo, e si sovrapponga la canna di bel nuovo al fuoco. Non andrà guari, che le anzidette gocce d'acqua risolute in vapori si espanderanno con tal vigore, che cacceran fuori la palla con indicibile violenza, cagionando uno scoppio sì grande, come sarebbe quello di un moschetto caricato a polve.

1295. La Pignatta Papiniana già mentovata dianzi (§. 1009) somministra eziandio un chiaro argomento del potere eccessivo de' vapori dell'acqua. Imperciocchè essendo essi racchiusi, e frenati quivi entro dalla Pignatta medesima, riagiscono sull'acqua, ed hanno l'efficacia di penetrare vigorosamente insiem con quella, le ossa, e le dure corna degli animali in essa contenuti, e di ridurli in una perfetta gelatina nello spazio di quattro, o cinque minuti, siccome ho sperimentato più volte.

1296. Di quì s'intende la ragione, per cui l'aria umida, e calda, riesce micidiale agli animali, ed alle piante. Internandovisi essa con impeto straordinario, non solamente sfianca, e rilascia le loro parti, ma le distrugge eziandio e le dispone alla corruzione, siccome scorgiamo avvenir tutto giorno (a).

1297. Quantunque non possa concepirsi sì di leggieri d'onde derivi la sproporzionata differenza tra il momento d'un volume di acqua calda, e quello del volume medesimo ridotto in vapore, tuttavolta però potranno farsi stra-

da

(a) Veggasi il §. 1160.

da a concepirlo in parte le seguenti considerazioni. E' cosa dimostrata (e l'immortal Galilei fu il primo a rintracciarlo), che dividendosi un corpo in qualsivoglia numero di parti simili, la massa rimane sempre la medesima, ma la superficie si aumenta in ragione della radice cubica del numero delle dette parti; talmentechè se un globo di qualunque materia si divida in altri 64 piccioli globi, la superficie di tutti questi sarà quattro volte maggiore della superficie del globo grande; giacchè la radice cubica di 64 è 4. S'altri voglia dunque supporre, che un dato volume di acqua risoluta in vapori venga suddivisa con ciò in un milione di piccioli globetti acquosi; la sua superficie si accrescerà cento volte, che è la radice cubica di un milione. E poichè l'azione de' fluidi contro le resistenze cresce in ragione della superficie di quelle (qualora la massa resti sempre la medesima); per cagione che quanto è maggiore la detta superficie, tanto si aumenta eziandio il numero delle parti del fluido, che la debbono contrastare; l'azione del calorico, ch'è certamente il primo, e forse l'unico tra i fluidi per essenza, sarà dunque cento volte maggiore su 'l divisato milione di particelle vaporose di quel che lo sia contro il volume di acqua, da cui si son quelle generate: e questa maggioranza di azione crescerà sempre più, a proporzione che le dette particelle si andranno suddividendo in parti minori. Questa è parimente la ragione, per cui il vento, il quale non è atto a muover dal lor luogo delle grosse travi, de' gran massi di pietra, oppur de' pezzi di metallo, li trasporta poi via con gran-

dis-

dissima facilità, qualora sono ridotti in picciole strisce, in polvere, o in fina limatuta. Questa verità applicata con giudizio apre la strada all' intelligenza di moltissimi fenomeni, ed effetti particolari.

ARTICOLO V.

Della natura, e delle proprietà dell' Acqua ridotta in Diaccio.

1298. SE lo stato di fluidità dell' acqua vien cagionato dal calorico, che si combina colle sue particelle (§. 1259); e se la quantità di tal calorico successivamente accresciuta la va dilatando a gradi, e la porta finalmente allo stato di fluido aeriforme (§. 1274); è ben naturale l' immaginare, che qualora il calorico dell' acqua già liquida si vada mano mano diminuendo, debbe ella per necessità ridursi allo stato solido; che val quanto dire, debbe ella convertirsi in diaccio. Il diaccio dunque è lo stato naturale dell' acqua; e quindi la sua fluidità può riputarsi uno stato violento, cagionato dalla combinazione col calorico, il quale accumulandovisi, e producendo un certo grado di espansione fralle particelle dell' acqua, vieta efficacemente la coerenza, a cui sarebbero portate in forza della scambievole loro attrazione, non altrimenti che avviene ne' metalli, qualora son fusi. Laonde a ragione asseriscono i Chimici novelli esser l' acqua un composto di diaccio, e di calorico, perciochè privata ella del calorico, cangiasi in diaccio.

1299. Appoggiandosi su tale idea, può dirsi

con

con ugual ragione, che lo stato naturale del mercurio, dell'olio, e di tutti gli altri fluidi, sia quello di solidità; essendo ormai dimostrato, che il mercurio stesso, non altrimenti che gl' indicati fluidi, dee la sua fluidità al rapportato principio, come vedremo in appresso.

1300. Per ben concepire la natura, e la qualità del diaccio, uopo è badare attentamente a' fenomeni della congelazione, ed agli effetti manifesti, che l' accompagnano nell' atto che si produce. Esponendo all' aria aperta, la cui temperatura sia a' 32 gradi del Termometro di Farenheit, o sia a zero di quello di Réaumur, una bottiglia di vetro dilicato, guernita di lungo collo, e ripiena in parte di acqua, è ovvio il vedere, che nell' atto ch' ella comincia a diacciare, s' innalza alquanto lungo il collo del vaso, e dopo pochissimo tempo scende di bel nuovo, e ponsi in riposo. Dopo un breve tratto vedesi ella montar su un' altra volta, e diaccia, convertendosi in una infinità di piccioli aghi prismatici a quattro facce, inclinati l'uno all' altro in angoli di 60, oppur di 120 gradi, aventi le sommità *diedre*, o sia a due facce, e disposti alla guisa di varie ramificazioni, od anche di piume. Alcuni credono doversi da ciò argomentare, che nel primo istante addensate in qualche modo dal freddo le pareti della bottiglia, e premuto perciò il fluido in essa contenuto, vien egli necessariamente costretto a montar su pel collo di quella: ma siccome il freddo, che ha penetrata la bottiglia, internandosi poscia nell' acqua, produce quivi il medesimo effetto di addensarla, vien quella tosto obbligata a discendere. Dal che deducono e-

zian-

ziandio esser l'acqua alquanto compressibile in forza del freddo, non ostante che non sia ella capace di condensazione in forza di altri mezzi (§. 1263). La celere nuova salita dell acqua vien da essi attribuita ad una spezie di effervescenza, che ivi succede, sì per l'introduzione di alcune particelle straniere, onde si promove la congelazione, sì ancora per l'attuale sviluppo del calorico, che in virtù di quelle si produce. La verità si è, che nel passaggio de' corpi dallo stato di fluidità a quello di solidità vi è sempre sviluppo di calorico (§. 1287): perciò l'acqua s'innalza nell'atto che si agghiaccia. Dissipato quindi un tal calorico, ella si abbassa: e se poi si rialza di bel nuovo, ciò deriva dall' aria, naturalmente in essa esistente, la quale sprigionata dalle sue particelle, ed investita per avventura da una porzione del calorico, che vassi sviluppando in quell' atto, aggruppasi quà e là nella massa del diaccio.

1301. Questa è la ragione, per cui il diaccio acquista una certa opacità, e rendesi specificamente più leggiero dell' acqua, onde si forma, essendo il peso di quello al peso di questa, come 8 a 9 a un di presso. Di fatti formandosi il diaccio nel Recipiente voto della Macchina Pneumatica, ottiensi più compatto, e 'l suo peso specifico è a quello dell'acqua come 21 a 22. Quello però, che mette nella massima evidenza la verità, di cui stiam ragionando, si è lo sperimento di Homberg, il quale essendo finalmente riuscito dopo varj tentativi fatti nello spazio di due anni, a formare il diaccio spogliato affatto di aria, ne rinvenne il peso specifico uguale a quello dell' acqua.

1302. La notabile rarefazione dell' acqua nell' atto della congelazione, fu dimostrata per via d'esperienza dall'Accademia del Cimento, servendosi di un globo d'oro, che potea liberamente passare per un anello di ottone, che abbracciavalo esattamente. Riempiuto egli di acqua, che fu poscia addiacciata, si dilatò al segno di non poter più attraversare l'anello anzidetto.

1303. Premesse cotali nozioni, è facile il comprendere, che quando il calorico sparso per ogni dove, sia per qualsivoglia cagione diminuito nell'aria circostante ad una massa di acqua, attesa la natural tendenza, ch' egli ha di mettersi in equilibrio, o sia di abbandonare que' luoghi, ov' è sovrabbondante, per occupare quegli altri, che ne sono sprovveduti, dovrà necessariamente seguirne, che sottraendosi egli in qualche parte all'acqua, con cui è combinato, passerà nell'aria adjacente, che ne contiene di meno. E siccome l'interposizione delle sue particelle tra gli elementi dell'acqua è la cagione principalissima della fluidità di questa (§. 1259); dee quindi accadere, che le sue particelle liberate nella massima parte da quell'attivo principio, ond'erano costantemente disgiunte, e ponendo in esercizio la natia loro attrazione scambievole, debbonsi approssimare l'una all'altra; sicchè tenendosi strettamente unite fra loro, debbono formare così un corpo solido, e consistente.

1304. Questa è la sentenza del celebre Boerhaave, seguita poscia da Filosofi illustri, ed al dì d'oggi abbracciata, e sostenuta da' Chimici recentissimi. Pur nondimeno v' ha di coloro, i qua-

i quali attribuiscono la formazione del diaccio principalmente ad alcune particelle, che in certi determinati tempi, ed in alcuni dati luoghi dominano nell'aria; le quali essendo sottilissime, ed acute alla guisa di tanti aghi, s' insinuano agevolmente tra le parti dell'acqua, con cui hanno una grandissima affinità. Fanno esse quivi l' uffizio di altrettante zeppe, le quali cacciando fuori efficacemente le particelle del calorico ivi appiattate, mercè di una spezie di effervescenza, che vi producono; e fissando in certo modo le particelle dell' acqua, fan sì, che le medesime mantengansi fra se ristrette, ed immobili, e formino così un corpo solido, e consistente. Per quello che riguarda la natura di coteste particelle, le quali per l' uso, che hanno, soglionsi chiamar *frigorifiche*, il sentimento de' più sensati partigiani di questa opinione si è, che sieno di natura salina, accostantesi a quella del nitro.

1305. Questa supposizione, che vien vigorosamente difesa dal dotto Musschenbroek, e da altri Fisici di gran nome, si credè aprir la strada a poter agevolmente comprendere i fenomeni della congelazione. A tenor di essa la massa d'acqua gelata debbesi espandere, sì per l' indicato sviluppo del calorico (§. 1304), sì ancora per cagione de' sottilissimi spigoletti, che alla guisa di tante zeppe s'insinuano in gran numero tra le sue particelle. E se in taluni luoghi non gela essendo il Termometro di Farenheit al grado 32; laddove in altri l'acqua diaccia nel gran calor della state; ciò siegue, secondo essi, perchè in quelli v'è scarsezza di particelle frigorifiche, e in questi ve n'è a do-

 vizia.

vizia. Se si ha a prestar fede alle osservazioni rapportate da Gmelino, Frezier, Tournefort, e da altri Naturalisti, que' tali luoghi, ove sogliono avvenire gli strani fenomeni accennati, abbondano realmente di particelle nitrose. Possono elleno però esser trasportate da' venti da un luogo in un altro; e vediamo in fatti talvolta, che un vento improvviso è attissimo a produrre un gelo inaspettato.

1306. Diè l'origine a questa opinione 1° osservarsi in primo luogo, che l'acqua diaccia immediatamente qualor trovasi circondata da neve mescolata con sale; e che il diaccio fassi più prontamente, e divien più duro, a misura che la dose del sale è maggiore, o anche corrispondentemente alla diversa natura de' sali, che si mischiano colla neve; 2. il vedere, che parecchie volte in varj luoghi non siegue la congelazione dell'acqua, nè in tempo, che il Termometro è al grado 32 della scala di Farenheit, o sia al punto del gelo, nè quando è egli al di sotto; dovechè in altri tempi suole ella diacciare con grado di freddo assai minore; cioè a dire quando il divisato Termometro segna soltanto 41 gradi, ed in taluni siti ne' gran calori della state. Rapporta il Signor de Luc, che una picciola quantità di acqua ben purgata dall'aria dentro di un matraccio, ove sia allogato nel tempo stesso un Termometro, può concepire un freddo di gran lunga superiore a quello della congelazione ordinaria, senza che geli. Gli è riuscito in fatti di tener l'acqua nelle anzidette circostanze, raffreddata fino a far discendere il mercurio nell' indicato Termometro, al grado 14 di Farenheit, senza che

che si fosse gelata, non ostante di averla tenuta in tale stato durante lo spazio di parecchi giorni. Ma se rimanendo le cose così, pongasi a contatto coll' acqua un pezzettino di diaccio, vedesi immantinente gelarne una porzione. Sono stato io stesso testimonio oculare della gran copia di diaccio, il quale si forma in tempo de' calori eccessivi nella famosa Grotta della Franca Contea, parte delle cui acque mi fu riferito esser del tutto disciolte, e correnti in tempo d' inverno. Or non è possibile, dicono essi, di poter ragionevolmente sostenere a fronte di tali fatti l' opinion di Boerhaave; imperciocchè non è seguito il gelo quando l' aria adjacente all acqua era molto sprovveduta di calorico; e si è poscia prodotto ne' casi, ch' ella ne conteneva a dovizia.

1307. Questa sentenza, ch' erami sembrata, per lunghi anni inverisimile, e fu poscia da me adottata nelle antecedenti edizioni di quest Opera, tratto io dalla difficoltà d' intendere, e di spiegare varj fenomeni spettanti alla congelazione, alcuni de' quali sonosi brevemente accennati ne' precedenti Paragrafi, ed altri si rammenteranno in appresso. Ora però che sonosi moltiplicati gli esperimenti, e che i lumi somministrati dalle nuove teorie chimiche, ci aprono la strada alla spiegazione naturale de' fenomeni suddetti, senza supporre l' esistenza delle mentovate particelle *frigorifiche* (§. 1304), ritorno addietro di bel nuovo su i miei antichi passi, e parmi, che l' opinion di Boerhaave, e la spiegazione de' fenomeni della congelazione, che si propone da' Chimici novelli, sia di gran

lunga preferibile a quella di Musschenbroek.

1308. V'ha nel diaccio un fenomeno notabilissimo, ed è, che qualora didiaccia, e va fondendosi gradatamente, fino a tanto, che ne rimanga un pezzettino solido, per picciolo che sia, serba egli costantemente la temperatura di zero, attesochè va egli successivamente assorbendo tutto il calorico libero, che gli fa mestieri per potersi liquefare, e convertire in acqua, come si è già detto (§. 1260). Questo è il naturale meccanismo, onde l'acqua si agghiaccia, oppur si raffredda comunemente ne' vasi circondati da neve, e molto più efficacemente quando sia mista con sale, come dirassi nel §. seguente.

1309. Questa proprietà del diaccio cagiona un fenomeno ammirabile, qual è quello di potersi produrre artifizialmente il diaccio in mezzo al vivo fuoco. Ponete sopra un fuoco vivace un vaso alquanto largo ripieno di neve pesta mescolata con sale; indi immergete in quella un altro vaso con entro dell'acqua. Non mancherà giammai di accadere, che la neve disciolta dalla forza del calorico congeli l'acqua contenuta nel vaso sovrastante; ed una tal congelazione sarà più pronta, e più notabile, a proporzione che la neve, e'l sale saran disciolti con maggior prontezza, e conseguentemente a misura che il fuoco sarà più efficace, ed attivo.

1310. La spiegazione, che se ne dà secondo i nuovi principj della Chimica, si è, che la neve mescolata col sale nel vaso inferiore, avendo una gran capacità pel calorico, o sia avendo bisogno d'una notabil quantità di calo-

rico

rico per potersi liquefare, assorbe tutto quello, che le vien somministrato dal fuoco sottoposto; nè questo bastando, ne assorbe parimente dall' acqua, che contiensi nel vaso superiore; sicchè questa spogliata in tal modo del calorico, che rendeala fluida, vassi naturalmente congelando, comechè l'apparecchio si trovi sovrapposto ad un fuoco vivace (a).

1311. Abbiam ragionato di sopra dell' espansione del diaccio. Direm qui qualche cosa intorno alla forza di siffatta espansione. Nella serie dell' esperienze praticate dall' Accademia del Cimento relativamente alla natura del diaccio, furon fatti crepare in forza di esso e vasi di vetro, e vasi di metallo di più sorte. Le caraffe di vetro piene d' acqua, ed otturate, soglion tutte crepolare quante volte l' acqua vi si agghiaccia al di dentro. Giusta un calcolo fatto da' nominati illustri Accademici, la quantità di acqua agghiacciatasi entro un globo di metallo del diametro di un pollice, avea una forza espansiva equivalente a 27720 libbre. E' celebre l' esperimento di Hugenio, il quale avendo ripiena d' acqua una canna d' archibuso, ser-

(a) Questo sperimento, prima che s' intendessero i principj su cui è fondata la sopraddetta spiegazione, sembrava un forte argomento a favore della sentenza di Musschenbroek, che ammetteva le particelle frigorifiche (§. 1304); imperciocchè diceasi non doversi credere, che in siffatta sperienza avvenga la congelazione perchè l' acqua resta priva della sua natural quantità di calorico per trasfonderlo nella neve sottoposta, giacchè questa impregnasi abbondantemente delle particelle ignee, a cui sovrasta, e che son cagione ch' ella si disciolga. Forz' è dunque supporre, che le particelle saline, che il fuoco sviluppa dal vaso inferiore nell' atto dello scioglimento della neve, internandosi nell' acqua del vaso superiore, la facciano convertire in diaccio.

serrata poscia col mezzo d' una salda vite, e con piombo fuso sovrapposto; ed avendola esposta al freddo d' un' asprissima notte d'inverno nell' A. 1667; ritrovò essere stato sì violento l' impeto, onde l' acqua si dilatò convertendosi in diaccio, che la canna ne fu infranta notabilmente con uno scoppio sensibilissimo. Lo stesso avvenne ad un' altra canna della grossezza di un pollice, siccome trovasi registrato nell' Istoria dell' Accademia delle Scienze di Parigi. E non è egli un argomento evidentissimo dell' immensa forza del diaccio il vedersi staccare, e precipitar giù dalle cime de' monti sterminati massi di duri macigni per la violenza della forza espansiva del diaccio stesso, dopochè internatasi dolcemente l' acqua piovana in qualche dilicata vena, o sia fenditura di quelli, la dilata, e gli svelle nell' atto che si gela? Vi sembrerebbe forse esagerato il mio racconto s' io volessi darvi un' idea della vastità di alcuni massi di granito, che ne' miei viaggi per la Savoja ho io veduto rotolati giù nelle valli per l' additata cagione. Narrano i Viaggiatori della Lapponia, che i sughi degli alberi gelati si espandono quivi con tal forza in tempo d' inverno, che gli fendono talora in più parti con uno scoppio violento. Questa gran forza espansiva, originata dallo sviluppo dell' aria nell' atto che diacciano i fluidi acquosi (§. 1300), la quale squarcia, e distrugge le fibre, ed i vasi de' vegetabili, e degli animali, è la poderosa ragione, per cui parecchi alberi soglion perire negl' inverni assai rigidi, e copiosi di geli, e talune membra dilicate son guaste, ed attaccate dalla cancrena ne' Paesi assai freddi.

1312. E' tale la forza di coerenza, onde le parti del diaccio tengonsi insiem congiunte, che un diaccio di quattro in cinque pollici di doppiezza ne' Paesi del Nord è capace di sostenere un numeroso corpo di truppe: su quelli di un piede possono scorrervi senza verun pericolo, e carri, e carrozze. V' è il fiume serpentino in *Hyde Park* presso Londra, su cui, diacciato che sia, ho veduto strisciare ogni anno centinaja di persone alla volta, le quali per puro diletto, e con maestria somma, derivata da un lungo esercizio, rimanendo ritte in piedi, guerniti di un ferro in forma della carena di una barca, o van facendo varie sorte di carole, oppur vi fanno delle lunghe corse con una rapidità indicibile, emula veramente del volo degli uccelli. Nell'Olanda, ove son frequentissime le acque diacciate, che racchiuse entro a canali sporgonsi deliziosamente dall' una all' altra Città, sogliansi fare de' lunghi viaggi nel modo divisato; e 'l famoso Algarotti narra ne' suoi *Viaggi di Russia*, stampati in Livorno nel 1784, che Pietro il Grande, spirando i gran venti di Est, ed Ouest, soleva andare, e tornare a vela su 'l ghiaccio del *Neva* da Pietroburgo a Cronstadt in su una slitta tagliata a guisa di schifo. Ho veduto io stesso, durante un affannoso caldo del mese di Luglio, de' massi liberi di granito d'enorme grandezza, staccatisi naturalmente da' vicini monti (§. 1311), esser francamente sostenuti dalle portentose *ghiacciaje* (che son montagne altissime degli Svizzeri, e della Savoja, ricoperte di ghiacchio, che non si fonde giammai), con qualche centinajo di piramidi di gelo d' un' altezza incre-

credibile, accavallate a ridosso, e torreggianti; e non vo' lasciar di dire, che gli altri monti vicini, senza eccettuar neppur quelli, che formavano la stessa catena, n'eran del tutto sgombri, e bellamente vestiti di fresche piante, e di alberi sempre verdi. Finalmente per colmo delle pruove della gran durezza del diaccio basterà rapportare, che nell'A. 1740 essendovi stato in Pietroburgo un freddo intensissimo, formaronsi de' cannoni di diaccio, tratto dal fiume Neva, i quali caricati a palla, e quindi sparati, furon capaci di resistere all'esplosion della polve, che spinse la detta palla a forar per traverso una tavola doppia due pollici, in distanza di sessanta passi. Merita di esser letta su questo particolare la descrizione pubblicata dal Signor Graaf sì del gran Palagio di diaccio ivi edificato nel detto anno, che de' mentovati cannoni, ch'eran collocati su'l fronte di quello. E' da notarsi però, che non tutti i diacci hanno la medesima durezza, dipendendo questa dal vario grado di freddo, dalla qualità delle acque più o meno pure, non che dalla varia disposizione, e dalla diversa mole delle bolle d' aria, che vi si trovano disseminate (a).

1313. Sembrerà forse una chimera a taluni, che l'acqua svapori anche nello stato di diaccio; eppure l'esperienza ce lo rende manifestissimo. Imperciocchè oltre allo scorgersi ad oc-

(a) La notabile densità del diaccio fa sì, che se ne possano costruire delle lenti, e degli specchi ustorj, capaci quelle di rifrangere, e questi di riflettere i raggi solari temporalmente, e quindi produrre efficacemente la combustione, come se fossero formati di cristallo.

occhio nudo, che i vapori se ne staccano, e si elevano a guisa di fumo, trovasi egli diminuito di peso sensibilmente dopo il tratto di alcune ore. Cospira similmente a dimostrarlo l' elegante sperienza del Signor de Saussure, il quale avendo messo un pezzo di diaccio in un vaso di vetro chiuso, ad una temperatura d' aria più fredda di quella della congelazione, e del tutto secca, rinvenne, che l' evaporazione di esso fu così sensibile, che non solo produsse dell' alterazione nell' Igrometro, ch' era nel tempo stesso racchiuso in quel vaso, ma si rendè discernibile col Manometro, per essersi accresciuta l' elasticità di quella massa d' aria per virtù degl' indicati vapori (§. 1289). Vuolsi aggiugnere a tuttociò, che lo svaporamento del diaccio è al massimo grado nell' istante preciso, in cui egli si forma, per cagion che il calorico, che sviluppasi da esso in quell' istante, porta via seco un copioso numero di particelle vaporose.

1314. Ma essendo pur vero, che lo svaporamento venga originato dal calorico, come si è stabilito dianzi (§. 1274), vi sarà dunque del calorico nel diaccio? Sì bene, ch' egli vi esiste: e per rendervene sicuri considerate un poco, che il diaccio divien più denso, più duro, e più resistente, a proporzione che regna, un maggior grado di freddo nell' atmosfera, o sia a misura che gli si toglie una maggiore quantità di calorico; facilitandosi in tal guisa il contatto più immediato delle sue parti, quand' anche non si voglia tener conto dell' influenza, che vi hanno le bolle d' aria quivi disseminate (§. 1311). E nol dimostra chiaro l'evaporazione, che

che abbiam detto (§. 1313) andar egli soffrendo? Finalmente non è egli vero, che le bolle d'aria, ch'ei tiene in se imprigionate, contengono del calorico, che si è svolto nell'atto della congelazione (§. 1300), d'onde poi nasce la sua prodigiosa forza espansiva, capace a frangere i corpi più duri, che tenganlo in freno (§. 1311)?

1315. Merita d'essere inserita in questo Articolo la bella esperienza del Sig. de Morveau, relativa all'affinità prodigiosa, che ha il diaccio col mercurio. Prendasi una piastra di diaccio di figura rotonda, del diametro di due pollici, e mezzo; ed attaccato un picciolo uncino, per via di mastice, alla faccia superiore di esso, sospendasi al braccio di una bilancia sensibile, e si equilibri con pesi pendenti dal braccio opposto. Se in tale stato di cose farassi egli alquanto discendere, sicchè la sua faccia inferiore giunga a toccare la superficie del mercurio contenuto in un vaso, sarà tale la forza di aderenza, ch'egli contrarrà col mercurio, che farà d'uopo applicare un peso di circa un' oncia, ed un quarto, all'opposto braccio della bilancia, per poternelo distaccare. E poichè anche messo un tale apparecchio sotto il Recipiente di una Macchina Pneumatica votato d'aria fino al massimo grado possibile, richiedesi esattamente lo stesso peso di prima per poterli separare l'un dall'altro; chiaro si scorge, che nella produzione di siffatto fenomeno non ci ha menoma parte l'atmosfera; e quindi ch'egli deriva immediatamente dalla forza di attrazione, che vedesi ampiamente regnare in tutta la Natura. Il quì dichiarato esperi-

mén-

mento aggiugne maggior forza a ciò, che si è detto nel §. 51.

1316. L'ultima considerazione, che ci resta a fare concernente il diaccio, si è quella, che i fenomeni della congelazione sono del tutto analoghi a quelli, che ci presenta la cristallizzazione de' sali. Quindi è, che l'acqua scorgesi gelar lentamente ne' vasi chiusi, ed accelerarsi la congelazione, e talvolta prodursi in un istante, tostochè esponesi ella al contatto dell' aria libera, promovendosi così il necessario sviluppo del calorico. Una lieve, e dolce agitazione promuove in simil guisa la formazione del diaccio, non altrimenti che veggiamo succedere nella cristallizzazione de' sali. Le quali cose chiaramente ci additano, ch' entrambe coteste operazioni della Natura sono assolutamente della medesima indole.

1317. Riepilogando le cose dichiarate intorno all' acqua nel corso di questa Lezione, apparisce assai manifestamente esser ella un agente poderosissimo in qualunque stato, che mai si ritrovi. Consideratela come un fluido; la vedrete abbatter salde muraglie, diroccar ponti, rompere argini, portar via alberi d' immensa mole; e vincendo qualunque sorta di ostacolo, farsi strada da per tutto, e guadagnar sempre terreno. Se è nello stato di vapore, abbiam già veduto, che non v' ha cosa al mondo, la quale sia valevole a frenarne la violenza (§. 1290, e *segu.*). Se finalmente si riguarda nello stato di congelazione, le cose riferite nel §. 1311 sono sufficientissime a farci comprendere quanto sia grande, e formidabile il suo potere. Or chi mai immaginar potrebbe esser ella ca-

capace della menoma parte di questa sua efficacia in vederla cheta, e tranquilla nel fondo d' una palude!

1318. Gli usi, e i vantaggi dell' acqua sono sì ovvj, ch' è inutile il rammentarli. Il massimo fra tutti è quello di servire di veicolo, atto ad introdurre ogni sorta di nudrimento nella sostanza de' vegetabili, e nel corpo degli animali, siccome abbiamo altrove dichiarato (§. 1271). L' acqua più leggiera si reputa comunemente la più salubre per l' ordinaria nostra bevanda. A norma di questa regola dovrebbero preferirsi l' acqua distillata, e quella di neve, come altresì quella, che filtrasi ne' pozzi attraversando una estension di terreno. L' esperienza però contraria questa massima: l' acqua di neve riesce insalubre; e quella di pozzo è cruda, e grave sullo stomaco. L' acqua distillata contrae un gusto dispiacevole nell' atto della distillazione; e quand' anche ciò non seguisse, suol ella essere scipita per cagion dell' aria, che se n' estrae in siffatta operazione. Vero è però, che agitandola fortemente all' aria libera, la ripiglia ella di bel nuovo, e rendesi con ciò fresca, e piacevole. La miglior acqua per bere è quella, che facilmente bolle, e colla stessa facilità si raffredda, producendo nel tempo stesso su 'l palato un certo senso di somma mobilità nelle sue particelle. Diasi dunque la preferenza all' acqua di fontana quando sia pura, ed a quella di pioggia, specialmente quando sia stata lungo tempo nelle conserve, ove depone le materie straniere, di cui si è caricata nel discender dalle nubi per lo traverso dell' atmosfera. E' questo un punto di grande

de importanza, trattandosi di cosa, di cui facciamo un uso continuo, ed in gran copia, talchè le sue cattive qualità aver debbono una grande influenza su 'l nostro individuo.

ARTICOLO IV.

Delle Acque minerali, e d' altra particolar natura.

1319. L' Acqua dolce, o sia l' acqua pura, scorrendo lungamente per entro alle viscere della Terra, ed incontrando quivi delle sostanze saline, del zolfo, del vetriuolo marziale (*solfato di ferro*), del ferro, degli acidi, degli alcali, delle terre, ed altre simili sostanze, si combina con quelle, le scioglie, e se ne impregna; si mineralizza in somma, e costituisce in tal modo quelle, che diconsi *Acque minerali*, di cui abbonda moltissimo fra le altre la Città di Napoli. Talune di esse passando per luoghi sovrapposti a fuochi sotterranei, oppure a siti, ove si fanno delle scomposizioni, ed effervescenze spontanee, siccome dal solo contatto dell' acqua, o dell' aria, avvien ne' solfuri metallici (*piriti*), concepiscono un certo grado di calorico, emulo talune volte di quello dell' acqua bollente. Queste diconsi propriamente *Acque termali*, di cui ve ne sono, oltre molti altri luoghi, nell' Isola d' Ischia, a Baja, presso al Lago di Agnano, ed altrove. Tutte però chiamansi generalmente *Acque medicinali*, a motivo della loro grandissima efficacia nella guarigione di varie malattie, e a differenza delle acque potabili annoverate nel §. precedente, che diconsi *economiche*.

1320. Le acque minerali distinguonsi generalmente

ralmente in quattro classi principali a norma de' varj principj, che sono in esse predominanti; sicchè diconsi *acidole*, *saline*, *sulfuree*, e *ferruginose*. Le acque acidole, le cui proprietà sonosi da noi annoverate nel §. 1023, abbondano di acido carbonico. Quasi tutte però contengono inoltre del muriato di soda (*sal comune*), e del carbonato sì di soda (*alcali minerale*), che di calce, e di magnesia (*terra calcarea*, e *magnesia bianca*), e talvolta anche del ferro.

1321. Le acque saline abbondano di principj salini, la cui diversa qualità le rende dure, purganti, salse, alcaline, o terrose, secondochè il principio salino predominante è il solfato di calce (*selenite*), il solfato di magnesia (*sal d'Inghilterra*), il muriato di soda (*sal marino*, il carbonato di soda (*alcali minerale*), o finalmente il carbonato di calce (*terra calcarea*), disciolto dall' acido carbonico.

1322. Le acque sulfuree abbondano d' idrogeno solforato (§. 975), e talvolta di un vero solfuro (*a*).

1323 Le acque ferruginose sono le più comuni in ogni Paese, e son doviziose di ferro, il quale in alcune vien semplicemente disciolto dall' acido carbonico, e forma un vero carbonato di ferro (*b*) ed in altre l' acido carbonico è così eccedente, che le rende acidole. Talvolta vi s' incontra benanche del solfato di ferro (*vetriuolo marziale*).

1324

(a) Veggasi la Nota della pag. 130 Tomo III.
(b) Veggasi la Nota (b) della pag. 120. Tomo III.

1324. Tutte le divisate acque possono imitarsi dall'arte, anche ad oggetto di renderle più efficaci, e più attive; e noi ne abbiam proposto il metodo nel §. 1032, e ne' seguenti.

1325. Vi sono de' metodi attissimi a poter analizzare coteste acque, o sia a poter iscoprire quali sieno i principj stranieri, onde sono imbevute, ed in qual dose ne contengano. Riduconsi siffatti metodi (lasciando da parte il gusto, e l'odorato, mercè di cui possono aggevolmente rilevarsi alcune sorte di principj in essi esistenti, come sono il zolfo, gli acidi, ec.) alla scomposizione delle dette acque col mezzo *dello svaporamento*, oppur *con la distillazione*; ed alla scomposizione per via di *reattivi*, o sia di quelle sostanze, le quali versate nell'acqua, alterano nell' istante il lor colore, e la loro trasparenza, e son capaci di precipitare le materie eterogenee in esse disciolte, e quindi di far conoscere la lor natura. L'infusione di galle, per esempio, versata sopra di un'acqua, che in se contenga del ferro, ovver del solfato di ferro (*vetriuolo marziale*), produce tosto un color nero, più o men fosco, a misura che la quantità de' detti principj è più, o meno abbondante. L'ammoniaca allungata (*spirito volatile di sale ammoniaco*) produce immediatamente il color blù, quando venga gettato in un'acqua, che in se contenga del rame. Lo sciroppo di viole prende il color verde, quando sia mescolato con un'acqua, che abbia in se una terra assorbente. L'alcali volatile fa divenir lattiginose quelle acque, in cui vi sia disciolto il muriato di soda (*sal marino*), ovvero il solfato di calce (*selenite*), ch'

è una spezie di sal neutro, formato dall' unione dell' acido solforico (*acido vitriuolico*) con qualunque terra, e così del rimanente; per cui uopo è ricorrere ai libri de' Chimici, e particolarmente alla dotta Dissertazione di Bergman intorno all' *Analisi delle acque*. Direm quì soltanto, che ad onta de' laboriosi, e ripetuti sforzi di tanti Chimici illustri, non abbiamo ancora de' risultati certissimi, e del tutto soddisfacenti, relativamente all' analisi di quelle acque, che diconsi medicinali. E' questo un lavoro difficilissimo, ed immenso, il quale richiede una infinità di lumi, ed una pazienza non ordinaria in colui, che dee eseguirlo. E quand' anche vi concorrano tutte le riferite condizioni, non si può neppure esser sicuro del risultato, sì perchè le chimiche operazioni, a cui si assoggettano le dette acque per poterle analizzare, son valevoli talvolta ad alterarle, ed a produrvi de' cangiamenti; sì ancora perchè i medesimi venir possono originati dalle scosse, che quelle ricevono ne' trasporti, od anche dallo stare per qualche tempo in riposo; dall' esposizione all' aria; dal differente stato delle viscere della Terra in diversi tempi; e da altre molte cagioni di simigliante natura, Quindi è, che molto ragionevolmente fu asserito dal diligentissimo Bergman, che l' analisi esatta delle acque è uno de' problemi più difficili, che abbia la Chimica.

1326. Alcune spezie di acque saline, di cui si è ragionato in ultimo luogo nel §. 1321, sogliono essere impregnate di sostanze terree di differente qualità, e natura, disciolte semplicemente dall' acido carbonico, le quali nell'

atto

atto che l'acqua, da cui sono sciolte, filtrasi a traverso di qualche masso petroso, oppur di terra, si approssimano tra di loro, fino a tanto che spogliate intieramente del loro veicolo, e rimaste affatto a secco, attraggonsi scambievolmente con tanto vigore, che vengono a formare un corpo duro, e consistente, che dicesi *Stalattite*. Filtransi esse d'ordinario a goccia a goccia nelle grotte sotterranee, ed in altri simili luoghi; e queste gocce rimanendo sovrapposte di mano in mano alle loro antecedenti alla guisa de' diacciuoli, formano finalmente un gruppo, che imitar suole d'ordinario i rami di un albero, un ceppo di funghi, una mammella, o altre simili bizzarre figure. Talvolta le parti terree associate coll'acqua vengono deposte nell'atto che quella scorre, su sterpi di piante, su massi di pietra, o altre sostanze, in cui s'imbattono per cammino; e coprendole tutt'intorno, vi formano una specie di crosta, che dicesi *Incrostazione*. Le acque di Tivoli, quelle di Abano nel Padovano, e quelle de' Bagni a S. Filippo presso di Radicofani, quelle de' Lagni in Napoli, per non mentovarne delle altre, somministrano de' vaghi esempj di questa sorta di produzioni. Le penultime specialmente sono sì belle, che possono gareggiare col marmo bianco in genere di candidezza: e poichè sono elleno nel tempo stesso bastantemente dure, un ingegnoso soggetto ha ritrovato il mezzo di far sì, che le dette acque depongano la loro terra su varie forme, rappresentanti de' ritratti, o altre figure; dimanierachè formansi in tal guisa de' bellissimi quadretti a basso rilievo, di cui abbondano sopratutto Roma, e Firenze.

1327. Con un meccanismo alquanto simile a quello, che si è esposto nell'antecedente Paragrafo, si esegue parimente la petrificazione de' legni, de' pesci, delle conchiglie, e di tanti altri corpi marini, e terrestri, che ritrovar si sogliono in gran copia in tutto il sen della Terra, senza eccettuarne neppur quello delle montagne più alte. I sughi petrificanti, che regnano sotterra, investendo le accennate sostanze, scompongono le parti di quelle; e passando ad occupare il lor luogo, vi si modellano in modo, che non ne alterano punto la forma. E poichè sì fatti sughi trovansi impregnati or di parti calcaree, or di spatose, or di silicee; talvolta di solfato di calce (*gesso*), di solfuri di ferro, o di rame (*piriti*), ec., ne dee per necessità avvenire, che le sostanze suddette convertansi in pietra, in spato, in selce, in gesso, ed in materia d'altra natura, siccome può osservarsi nella ricchissima serie, ch'io ne serbo nel mio Gabinetto di Storia naturale.

1328. Tra le acque minerali annoverar si possono giustamente quelle del mare, e de' fonti salsi, la cui quantità è senza dubbio superiore a quella delle acque dolci (a). La loro salsedine deriva dalle varie sostanze, che esse tengono costantemente in dissoluzione; essendosi rintracciato mercè dell' analisi chimica: che esse abbondano di muriato di soda (*sal comune*), ch'è il più copioso, e comunica loro la salsedine; di muriato di calce (*sal marino*

(a) V' ha de' Chimici illustri, che annoverano le acque del mare fra le acque economiche.

rino a base terrea), di solfato di soda (*sal di Glaubero*), di solfato di magnesia (*sale d' Epsom, o sia amaro*), e di solfato di calce (*selenite*). E poichè tra i detti sali ve ne sono alcuni, i quali son dotati d' una grande amarezza, come sono il sal di Glaubero, quello di Epsom, ed il marino a base terrea; ne addivien poi, che l' acqua del mare oltre all' esser salsa è parimente amara. Egli è dunque un grand' errore il credere, che siffatta amarezza derivi da una porzion di bitume, che non si è mai rinvenuto in essa esistente ne' varj tentativi fatti da' Chimici più illustri. V' ha ciò non ostante chi crede ritrovarsi almeno nell' acqua marina una spezie di bitume assai tenue, e leggiero, da cui fassi derivare la sua qualità nauseosa.

1329. E' osservazione ripetuta da molti, che l' acqua del mare è più salsa ne' Paesi caldi, che ne' freddi; più in tempo di state, che d' inverno; più verso il fondo, che presso alla superficie; come altresì a norma de' varj siti anche dello stesso clima: generalmente parlando però la quantità di sal comune in essa contenuta montar suole al 4 per 100; vale a dire, che in ogni cento libbre d' acqua contengonsi quattro libbre di sale. Quindi è, che qualora si fa ella svaporare in forza del calor del Sole, raccogliesi costantemente una data quantità di sale. Questo è il metodo ordinario, onde si ricava il sal comune, o marino che dir si voglia. Fassi entrare l' acqua marina entro a certe chiuse spalmate di argilla, e collocate lungo il lido, sicchè le riempia fino ad una cert' altezza: indi facendola svaporare ne' grandi calori di state, ottiensi il sale cristallizzato in

forma di piccioli cubi insieme aggruppati. Facendo poscia svaporare su 'l fuoco il rimanente dell'acqua, vengonsi ad ottenere il sal di Glaubero, quello di Epsom, e gli altri principj accennati di sopra (§. 1328).

1330. L'acqua del mare si gela costantemente ne' Paesi, che si avvicinano ai Poli. Il valoroso Capitano Phipps, di cui or ora farem menzione di bel nuovo, ci attesta di averlo ritrovato coperto di un diaccio alto 21 piedi nella latitudine boreale di 80 gradi, e mezzo. L'immortale Cook avendo diretto il suo corso verso entrambi i Poli ne' suoi diversi viaggi intorno al Mondo, non potè innoltrarsi, se non di poco al di là de' 71 gradi, per cagione dell'orrido ghiaccio, che presentò d'ogni intorno una barriera insuperabile al suo cammino, e nel tempo stesso all' importante oggetto de' suoi desiderj. Il diaccio, che risulta dall'acqua marina, è intieramente, o presso che dolce. L'acqua, che rimane scemata di quella quantità d'acqua dolce, dee farsi svaporar meno per ottener del sale: e questo è il mezzo, di cui si servono talvolta i popoli del Settentrione per abbreviare l'operazione già detta (§. 1239).

1331. La copia considerabile di materie eterogenee, che in se contiene l'acqua del mare (§. 1328), la rende più pesante dell'acqua dolce; dimanierachè un piede cubico d'acqua marina pesa sempre circa due libbre di più di un ugual volume d'acqua pura (§. 1262). Quindi addiviene, che le barche caricate nel mare profondano di vantaggio entro ai fiumi, corrispondentemente a ciò, che si è altrove insegnato (§. 646) cosicchè una barca caricata a riboc-

bocco potrebbe correr rischio di affondare nel passar dal mare in un fiume.

1332. E' cosa ormai troppo nota, che l' acqua marina può raddolcirsi agevolmente col mezzo della semplice distillazione, e rendersi tale, che non sia affatto distinguibile dall'acqua dolce di fontana distillata. Dopo tanti diversi metodi praticati per cotesta operazione, il testè riferito vien riputato generalmente il più semplice, il più eseguibile, il meno dispendioso, e'l più efficace. I Francesi, e gl' Inglesi se ne sono serviti con profitto in diversi loro viaggi all' Indie Orientali, ed altrove. Il metodo però non è nuovo, essendo stato praticato da parecchi ne' secoli scorsi. E' degna di esser consultata la Memoria di Mr. Poissonier tra quelle dell' Accademia delle Scienze di Parigi, ove dà egli la descrizione di un' ottima macchina da se inventata per tal uopo, insieme col metodo di farne uso; come altresì il *Viaggio del Capitano Phipps verso il Polo Boreale*. Cotesto insigne Viaggiatore, che impedito da orridi immensi diacci non potè innoltrarsi al di là del grado 81 ½ di latitudine, ci dà nell' indicato suo libro la descrizione d' una macchina molto agevole per raddolcire l' acqua marina, immaginata dal Dottor Irwing. In altro ella non consiste, salvochè in un tubo di latta, il quale si può applicare alla guisa di un coperchio alle ordinarie caldaje di cucina, ove por si dee l'acqua di mare. Si eleva egli verticalmente per poco, indi piegandosi ad angolo retto, si estende orizzontalmente per circa cinque piedi: la sua forma è conica, avendo il diametro di cinque pollici nella sua base, e di

tre nella sua estremità orizzontale. Basta coprire di tratto in tratto cotal tubo con un panno bagnato nell'acqua naturale, acciocchè il vapore sollevato dalla caldaja si condensi immediatamente, e quindi esca fuori per la detta cima orizzontale. Questo è il metodo adottato dalla Marina Inglese fin dal 1771. Il mentovato Capitano, che oggi è *Lord Mulgrave*, ne fece uso felicemente nel detto viaggio. Mi assicurò egli stesso, che l'acqua marina così distillata è affatto dolce, sanissima, piacevole al gusto, e priva di quell'odore empireumatico, ch'è inseparabile dall'acqua distillata con altri metodi, ove si è fatt'uso della creta, delle ossa calcinate, o d'altri simili sostanze, mescolate coll'acqua marina. Oltreachè la quantità di acqua, che si ottiene, è abbondantissima, avendone egli ricavato 40 *galloni* per giorno, o sia 160 bottiglie. La falsa idea, che l'acqua del mare in se contenesse una porzion di bitume assai tenace (§. 1328) avea fatto generalmente credere, che non si potesse ella raddolcire senza mescolarvi le sostanze indicate di sopra, atte ad assorbire il preteso bitume; non ostante che fosse ovvio il riflettere, che lo svaporamento del mare prodotto cotidianamente dal semplice calor del Sole, genera dell'acqua dolce, che sciolta indi in pioggia, somministra l'ordinaria bevanda a tutti gli animali.

AR-

ARTICOLO VII.

Dell' Origine de' Fonti.

1333. DOpo di aver esaminata la natura, e le proprietà dell' acqua; uopo è dar brevemente un passo più oltre per rintracciar l'origine di quelle sorgenti, per cui scaturendo essa a dovizia dal sen della Terra, arricchisce a larga mano la superficie di quella di fontane, di rivoli, di fiumi, di torrenti, e di laghi. Sarebbe questa per verità una ricerca assai oscura, e difficile, se i moderni Naturalisti, messe da parte quelle fantastiche idee, cui suggerir suole in simili casi una viva, e feconda immaginazione, non avessero attentamente esaminato tuttociò, che la Natura medesima offre loro per rispetto a questo punto.

1334. Da siffatte osservazioni adunque par che risulti in un modo evidentissimo, che gl' immensi vapori, che costantemente si sollevano dalle acque; che inondan la Terra, risoluti in piogge, ed in nevi, oppure addensati sulle cime de' monti, parte scorron giù immediatamente lungo il declive lor dorso, e parte penetrano, e s' internano nelle viscere de' medesimi, sino a tanto che imbattendosi in uno strato petrigno, oppur cretoso, che loro vieta di poter penetrare più addentro, allogansi quivi come in un serbatojo; e trasudando poscia lateralmente per gli strati terrei, arenacei, oppur ghiajosi a quello sovrapposti, scaturiscono dal monte in forma di rivi. V' ha parimente di coteste acque, le quali formando de' vasti laghi sulle vallate circondate da' monti, vanno di là

scor-

scorrendo fil filo per le montagne, e per le valli sottoposte, e danno in tal guisa l'origine a'fiumi, o almeno forniscon loro dell'acqua perenne; siccome ho veduto addivenire nelle Alpi sulla cima del gran S. Bernardo. Cotesto lago non è che una miniatura rispettivamente a quelli di America, d'onde prendon l'origine i più gran fiumi del Mondo. Per recarne un solo esempio, il fiume S. Lorenzo nel Canadà, il cui corso estendesi per circa 900 leghe, prende la sua origine da varj laghi, alcuni de' quali han fino a 500 leghe di circonferenza e le cui acque cadendo le une dentro le altre, vengon poscia a formare l'immenso fiume divisato. I fiumi così formati van tutti poscia a mettter foce nel mare; ed in tal guisa veggonsi soggette le acque ad una perpetua, e non mai interrotta circolazione.

1335. Questa oppinione, che trovasi accennata da Aristotele come adottata a' tempi suoi da alcuni savj della Grecia, e ch'è seguita oggigiorno da quasi tutti i moderni; trovasi fortemente avvalora dalle pruove, che quì sieguono. 1.° Risulta da tutte le osservazioni praticate negli scavi sotterranei d'ogni sorta, e d'ogni Paese, che le acque, le quali incontrar si soglion sotterra, non ascendono giammai, ma veggonsi sempre discender dall'alto verso il piano sottoposto. 2.° Non v'ha nè rivo, nè fiume, il quale veggasi scaturire dalle alte cime de' monti, ma sorgono tutti indistintamente dal dorso, oppur dalle falde di quelli: e se mai avvien talora, che un ruscello qualunque prenda la sua origine manifesta dalla vetta d'una montagna, vi si trova sempre a fianco un altro

mon-

monte più alto, che lo sorpassa, e lo domina. 3.o Non s'incontra giammai veruna scaturigine d'acqua nè dalle falde, nè dal dorso di quelle montagne, le quali son tutte formate o di strati terricci, ed arenosi, i quali lasciano trapassar l'acqua nelle profonde viscere della Terra, oppur di viva pietra, o d'altra materia ugualmente dura, per entro a cui non può l'acqua trapelare nell'interno di esso monte. 4.o Non v'ha alcuno de' gran fiumi, il quale sgorghi orglioso e ricco d'acque dal luogo, ove nasce: il Reno, il Danubio, il Rodano, il Pò, ed altri fiumi reali, non sono in origine, che piccioli rivoletti, i quali uscendo dagli screpoli di montagne, oppur scaturendo da qualche sassoso burrone, ricevono impaccio da' minuti sassolini, che gli fanno talora deviar dal loro corso: avvalorati poscia cammin facendo da altri simili ruscelli, che moltissimi di numero si vanno unendo, e comunicando di mano in mano, gonfiano a poco a poco le loro acque, fino a tanto che rendutesi quelle copiose, e violente, sprezzano orgogliose le sponde, e gli argini i più fermi, quasichè rendute scevre da quel freno, cui abitualmente loro impone la Natura. Per non uscir dall'Europa, nel Volga, e nel Danubio, il primo de' quali ha il corso di 650 leghe, e 'l secondo di 450, s'immettono più di dugento fiumi innanzi che giungano al mare: il Nieper nel corso di 350 leghe ne riceve diciannove, l'Oby più di sessanta, e così degli altri. Taluni di essi dopo di aver corso pel tratto di più centinaja di leghe, divengono gonfi a un segno, che rassomigliansi, sarei per dire, ad un picciolo Oceano, prima di metter

foce

foce nel mare. 5.° Tutti i gran fiumi prendon l'origine da luoghi abbondantissimi di piogge, oppur di nevi; e quelli son maggiori, i cui Paesi ne sogliono abbondar maggiormente; siccome ce ne dan l'esempio il Nilo, il Gange, il Nero, l'Oronocco, il fiume delle Amazzoni, quel della Plata, ed altri molti, parecchi de' quali son renduti orgogliosissimi dagl' immensi rovesci di piogge, che cader sogliono d'ordinario sotto la Zona torrida. 6.° Finalmente la maggior parte de' fiumi veggonsi abbondantissimi d'acque in tempo d'inverno, e bassi, oppur secchi la state; e se mai ve n'ha taluni, i quali s'ingrossano da Maggio in poi, e scemansi di bel nuovo nel cominciar di Settembre, ciò accade sicuramente per cagion delle nevi, le quali essendo doviziosissime in que' tali luoghi, vengono disciolte in una immensa copia di acque dal gran calor della state.

1336. Basta l'aver viaggiato con occhio di curioso osservatore pei monti dell'Elvezia, per le Alpi, o per altri Paesi montagnosi, per rimaner convinto da' fatti della verità della quì dichiarata oppinione. Non ho mai provato un piacere più sensibile, e penetrante, quanto nel mio passaggio da Berna a Ginevra; e di là al gran S. Bernardo a traverso della Savoja. Oltre alle portentose, e vaghissime scene, cui la Natura, quasi superba delle sue ricchezze, offre quivi ad ogni tratto ai suoi contemplatori; è ovvio il rincontrare ad ogni ora de' piccioli rivoletti, che stillando fil filo dalla china di un colle, oppur trasudando lentamente dal cupo di un'orrida balza, che gli cela, veggonsi brancolar sulle prime sopra un misero letticciuolo

di

di ghiaja, oppur di arena. Avanzando poscia di mano in mano, cominciansi a mescolar colle acque di altri piccioli rivi, le quali cadendo giù separatamente da' numerosi screpoli di varj monti, vanno tutte in ultimo a concorrere in un rivolo solo. Coll' aggiunzione continua di varie acque, mormorando tra gli sterminati massi di macigni, che per forza de' diacci (§. 1311), o per le ingiurie del tempo, soglionsi distaccare da' monti, guadagnano finalmente la pianura, ove distendono maestosamente il lor letto; talmentechè durava fatica a persuadermi talvolta, che quel fiume, la cui violenza facea tremare sensibilmente il ponte, ch' io varcava, era quell' istesso, che poche leghe all' indietro giugneva a mala pena a coprire la gorbia del mio bastone.

1337. Nè vale il dire, che le acque piovane non sono sufficienti a somministrare quell' immensa copia di acque, cui vediamo scorrer di continuo per lo sterminato numero de' fiumi, e de' fonti, che inondan la Terra. Egli è cosa dimostrata mercè le laboriose, e diligenti osservazioni de' Signori Perrault, Mariotte, Sedilò, e de la Hire, confermate poscia da Vallisnieri, e da altri illustri Naturalisti, che la quantità delle acque piovane supera di gran lunga quella, che scorre pe' fiumi. Il calcolo è stato istituito col misurare la quantità dell' acqua piovana, che suole in ogni anno cader sulla Francia, e quella che nel tratto di un anno viene a scorrer pei fiumi dello stesso Paese. Si sa di certo, per esempio, col mezzo degli ordinari Pluviometri *(a)*, che la quantità mezzana

(*a*) Il Pluviometro è uno strumento di forma cilindrica, alto circa

na di pioggia, che inaffia annualmente la Francia, ascende a circa 20 pollici; che val lo stesso che dire, che se la pioggia non s'internasse dentro la terra, o non si disperdesse in veruna guisa, basterebbe ad allagar la Francia fino all'altezza di 20 pollici. Or la Senna, da cui è attraversato Parigi, in se riceve le acque d'una superficie di terreno di tre mila leghe quadrate, le quali a tenore dell'osservazione anzidetta, raccolgono in un anno una tale quantità di acqua, che supera per più di sei volte quella, che annualmente scorre su per la Senna, come si è dedotto dalle osservazioni fatte da Mariotte sulla quantità, ch'ella ne trasporta nello spazio di un'ora. E quand'anche un tal risultato vogliasi scemar di due terzi, pure il residuo sarà sempre doppio delle acque della Senna. Questo calcolo potendosi istituire colla medesima facilità su gli altri Paesi, e fiumi della Francia, non altrimenti che sulle altre contrade del Globo terraqueo; ci fa manifestamente rilevare la verità asserita di sopra; cioè a dire, che le acque piovane superano di gran lunga quelle, che scorrono pei fiumi. Al che si aggiugne, di più, che in altri luoghi della Terra la copia delle acque piovane è maggiore che in Francia; essendo in Italia, ed in Germania, di circa 40 pollici in ogni anno; e sotto

circa tre piedi, e largo sei pollici, o circa; coll'orlo superiore dilatato a foggia d'imbuto. Esposto egli in un luogo elevato all'aria aperta, ove la pioggia possa liberamente cadere sull'apertura suddetta, si misura mercè di una verghetta divisa in pollici, ed in linee, la quantità di pioggia, ch'è caduta ogni volta, sicchè sommando poscia insieme in fine dell'anno cotesto diverse quantità, viensi a rilevare quanti pollici d'acque sien caduti in tutto l'anno.

to la Zona Torrida anche di 60: ciocchè serve a compensare la quantità di que' Paesi, che ne scarseggiano, quando non si voglia supporre, che i mentovati luoghi sieno più abbondanti di fiumi, oppur che n'abbiano de' più vasti. Il detto eccesso di acque vien poscia impiegato in abbeverarne gli animali, in nudrimento delle piante, ed in altri cotidiani usi ugualmente necessarj, e palesi.

1338. La gran copia de' vapori, d'onde derivan poi le piogge, e le nevi, può rilevarsi eziandio dal vedere, che un vaso d'acqua qualunque esposto all'aria libera, fatto il compenso del più, e meno, che ne svapora di state, e d'inverno, come altresì ne' climi diversi, perde un quarto di pollice d'acqua per giorno, e conseguentemente circa 90 pollici l'anno. Or supponendo, anche con isvantaggio, che le acque coprano soltanto la metà di questo Globo (§. 736); dovranno elleno dar tanta copia di vapori, che risoluti poscia in pioggia, ed in nevi, e sparsi parte su'l mare, e parte su'l continente; dovranno somministrare ad entrambi 45 pollici d'acqua per anno, che a tenore del calcolo proposto (§. 1337), superano di gran lunga la quantità dell' acqua, che scorre pe' fiumi.

1339. A fronte di tanta evidenza, e di fatti cotanto decisivi, cosa diranno mai i Cartesiani, i quali trascurando di consultar la Natura, e dilettandosi di studiate immaginazioni voglion supporre, che il mare si dirami entro alla Terra come il sangue nel corpo degli animali; e che incontrando nel cavo seno de' monti delle immense caverne, venga quivi ri-

soluto in vapori, quasi come in un lambicco, in virtù del calor centrale; cosicchè addolcito in siffatto modo, ed elevato sino alle vette di quelle tali montagne, venga poi a filtrarsi, a scorrer giù pel loro sfuggevole dorso, ed a formare de' fiumi? Se la pretesa diramazione del mare è tutta ipotetica, perchè non avvalorata da veruna osservazione: se l'esistenza del supposto fuoco centrale è del tutto chimerica, o almeno destituta di pruove: e se le sotterranee caverne della natura di quelle, ch'essi immaginano, e ne' siti, ove le credono allogate, non si possono far palesi; qual credito potran giammai incontrare le loro assertive? Oltrechè sono elleno contrariate dalle osservazioni, le quali ci fan vedere, come si è detto (§. 1335), che le acque sotterranee non mai si veggono ascendere. E poi, data anche per vera la supposta diramazione del mare, e l'esistenza di que' loro lambicchi, è da riflettersi, che il livello del mare, e quello per conseguenza, a cui le acque si eleverebbero dentro le viscere della Terra, è di gran lunga inferiore alle falde della maggior parte de' monti; e quindi molto più al di sotto di que' siti, da cui sogliono scaturire parecchi fiumi, e fontane: una tal differenza di altezza scorgesi ascender talora a qualche centinajo di piedi. Or com' è dunque possibile, che i vapori possano elevarsi fino a quell' altezza, senza condensarsi verso la cima delle immaginate grotte in forza del freddo della Terra, e quindi ricader giù di bel nuovo, siccome accaderebbe in un lambicco, qualora la parte verticale del suo collo, la quale si erge fino alla sua curvatura, fosse alta so-
ver-

verchiamente? Si aggiugne a ciò, che per potersi distillare tanta quantità di acqua, quanta se ne richiede per supplirne a tutt' i fiumi, e rivi della Terra, farebbe assolutamente bisogno, che tutto l'interno del Globo venisse formato da siffatte caverne: ciocchè veramente è assai ridicolo a supporsi.

1340. Gioverà finalmente il menar buona a' Cartaginesi la circolazion sotterranea del mare, il fuoco centrale, lo svaporamento dell' acqua in forza di quello, l' elevazione de' vapori fino al dorso, od anche alla più rapida vetta delle montagne, e cento mila altre stranezze di questa sorta. Ci dicano eglino un poco, come mai si può eluder la forza del seguente argomento? Si è già notato dianzi, che nell' acqua marina vi è il 4 per 100 di sale a un di presso (§. 1329); il quale se ne ricava per mezzo dello svaporamento. Laonde per ogni cento libbre di acqua svaporata rimarrebbero quattro libbre di sale, parte in fondo, e parte nelle pareti de' supposti lambicchi: per conseguenza ogni 25 anni resterebbe ivi ammassata una tal copia di sale, che uguaglierebbe in peso la mole delle acque, che pel tratto di un intiero anno vanno scorrendo su per la faccia dell' intiero nostro Globo. Quantità enormissima! Giusta un calcolo assai ragionato, la copia di sale, cui la sola Senna (ch' è per altro un picciol fiume) depositerebbe sotterrà nello spazio di un anno, ascenderebbe a più di cento milioni di milioni di libbre; scorrendo per essa 228 milioni di piedi cubici d' acqua in tempo di 24 ore, come fu osservato dal Signor Mariotte. E però nel tratto di presso a 6000 anni, dacchè è

stato creato il Mondo, tutt'i fiumi, e fonti della Terra avrebbero depositato tanto sale nelle sue viscere, che affaldellatisi gli uni su gli altri quegl'immensi massi alla guisa de' favolosi monti accavallati da' Giganti, non solamente avrebbero del tutto riempiute le pretese caverne, ed otturati tutt'i pori, per cui le acque dovrebbonsi filtrare, ma torreggianti più che le montagne stesse, avrebbero occupato a ribocco l'intiero seno della Terra, ancorchè si volesse supporre affatto vota al di sotto: e 'l mare all'opposto spogliato in tal guisa del suo sale natìo, sarebbe già a quest'ora divenuto dolcissimo.

1341. Queste, e mille altre fondatissime riflessioni, che riscontrar si possono o sparse negli Atti, e nelle Memorie delle varie Accademie, oppur mentovate nelle Opere dell'insigne Vallisnieri, fanno abbastanza conoscere l'assurdità, e la ridicolezza del dichiarato sistema. Che anzi colla loro fedelissima scorta potrà similmente ravvisarsi la falsità del sentimento di coloro, i quali lasciate da banda le caverne, e i lambicchi Cartesiani, sostengono nondimeno, che i fonti, ed i fiumi debbano la loro origine alle acque del mare, le quali serpeggiando per entro alla Terra, filtransi a traverso de' suoi pori come per tanti tubi capillari, e spogliandosi così del sale, che in se contengono, acquistano il grado di dolcezza, cui ravvisiam tuttogiorno in quelle de' fiumi.

1342. Innanzi di conchiuder questo Articolo, non sarà fuor di proposito il riferire due importanti osservazioni concernenti a' fiumi. La prima si è, ch'ei sembra aver la Natura stabilito in tutte le parti della Terra de' luoghi ele-

elevati, per servir, diciam così, di deposito, d'onde le acque distribuir si potessero ne' Paesi sottoposti, in varie direzioni. Ed in vero nell'Europa ve n'ha due, uno nelle vicinanze del monte S. Gotardo nella Svizzera, e l'altro nella Russia presso alla Provincia di Vologda, d'onde scaturiscon de' fiumi, che vanno a metter foce nel Mar Bianco, nel Mar Caspio, nel Mar Nero. V'ha nell'Asia la Tartaria Mogolese, d'onde discendon de' fiumi, che van poscia a sboccare nel Mar della nuova Zembla, nel Mar di Gorea, ed in quello della China. Nell'America finalmente havvi la Provincia di Quito nel Perù, che somministra de' fiumi, che vanno a scaricar le loro acque nel Mar del Nord, in quello del Sud, e nel Golfo del Messico.

1343. La seconda osservazione consiste nel vedere, che la maggior parte de' più gran fiumi dirigono il lor corso dall'Occidente verso l'Oriente, come sono l'Ebro nella Spagna, il Danubio, e la Drava con tutti i fiumi, che concorrono in essi, nella Germania, l'Eufrate nell'Asia, e quasi tutti i fiumi della China. Ed è benanche osservabile che, generalmente parlando, le catene delle grandi Montagne dell' antico Continente, cioè a dir dell'Asia, dell' Africa, e dell'Europa, tengono la medesima direzione, a differenza di quelle dell'America, che dirigonsi dal Settentrione verso il Mezzogiorno. I rimanenti fiumi, tranne i mentovati di sopra, ed altri, che si sono omessi, dirigono il lor corso dall'Oriente verso l'Occidente; dovechè pochissimi son quelli, che dirigonsi dal Settentrione al Mezzogiorno, od al contrario.

LEZIONE XXI.

Su 'l Calorico.

1344. QUel che da' Chimici si è detto generalmente *Fuoco*, *Fuoco elementare*, *Principio infiammabile*, *Materia del calore &c.*, oggi nella nuova Nomenclatura dicesi *Calorico*; e si è riserbata la voce *Calore*, per esprimere la sensazione di caldo, ch' egli produce colla sua presenza. Recherà stupore a chiunque l' udire, che una sostanza sì ovvia, e triviale com' è il calorico, e nel tempo stesso così efficace, ed attiva, trovasi avvolta in tenebre sì dense, e ci è ignota a segno, che non la possiamo in verun modo ben definire. E come mai ben definirla se ad onta de' più gravi sforzi possibili non se ne può investigar la natura! Che anzi a maggior confusione dell' umana superbia, che presume d' intender tutto, non possiamo ben definirla neppur' dagli effetti, per esser eglino del tutto vaghi, e incostanti; soggetti ad accompagnarla; oppure a separarsene, senza che il calorico cessi di esser tale. Così l' acqua bollente, esempigrazia, scotta, ma non abbrucia, nè dà verun segno di splendore, non altrimente che fanno molti corpi riscaldati fino ad un certo grado: il fuoco elettrico risplende, ma non iscotta, nè infiamma, salvochè in alcune particolari circostanze: e per colmo di tutto, la maggior parte delle sostanze, tenendo in se avviluppata una gran copia di calorico, non manifestano veruno de' segni accennati, se non in certe date occorrenze.

1345. Or per formarci un' idea del calorico la più prossima al vero che sia possibile, uopo è, che ci diamo la pena di considerarlo ne' varj stati, in cui egli si ritrova, essendo più agevole in tal guisa il poterne indagare le principali ammirevolissime proprietà. Per la qual cosa lo riguarderemo prima di tutto nello stato di combinazione, o sia di *calorico combinato*, e quindi in quello di libertà, ovvero di *calorico libero*: ben inteso però, ch' altro non faremo in così difficili ricerche, se non se andare a tentoni, alla guisa di coloro, che nel mezzo di un tenebroso cammino procedono lentamente innanzi colla guida di qualche lume assai incerto, e lontano; non essendo affatto possibile, come si è detto, di poter francamente avanzarsi ad indagar la natura di cotesta sostanza, per poterne indi dichiarare le proprietà, e gli effetti, quantunque negar non si possa, che la moderna Chimica ci abbia recato de' lumi intorno alla Teoria del calorico. In conferma delle indicate dubbiezze esporremo le diverse sentenze de' Filosofi intorno a tal punto nella seguente Lezione.

ARTICOLO I.

Del Calorico combinato.

1346. Il calorico sparso a larga mano per ogni dove nell' immenso spazio dell' Universo, sottilissimo, penetrantissimo, elastico, e compressibile oltre ogni credere, penetra liberamente, e s' insinua tralle particelle d' ogni corpo. Queste sono conformate sì fattamente dalla Natura, che posseggono una notabil for-

za di attrazione pel calorico, e 'l calorico ugualmente per esse. Quindi nasce, che internatosi il calorico tra le particelle de' corpi, ne dilata gl' interstizj mercè la sua elasticità natìa, e corre avidamente ad unirsi, a combinarsi con quelle. Nuove particelle di calorico tratte dalla indicata forza di attrazione, vi si van successivamente insinuando, la divisata dilatazione si aumenta fino ad un certo segno, e concorrendo tutte ugualmente ad unirsi alle particelle de' corpi, vi si affollano, vi si accumulano, si comprimono a vicenda, rendon più attiva così la forza attraente, s' internano dentro di quelle, e vi rimangono combinate in modo che vi si consolidano, e divengono parti essenziali, ed integranti di que' tali corpi, cosicchè perdendo la facoltà di attraversare altre sostanze, di produrre alcun senso di calore, ed incapaci nel tempo stesso di agire su i nostri organi, ed ugualmente sul Termometro, e manifestare così la loro esistenza, vi rimangono nascoste comechè sia; ond' è, che l' ingegnoso Black, il quale fu il primo a scoprire siffatto mistero, diè al calorico costituito in tale stato il nome di *calor latente*, che oggi da' nuovi Chimici riceve la denominazione di *calorico combinato*. Ciò però non esclude, che vi sieno nel medesimo corpo anche delle quantità di calorico libero; e son quelle appunto, che ritrovando quel tal corpo già saturato di calorico combinato, non possono che restare nella loro libertà.

1347. Quasi tutte le materie contengono coteste due distinte spezie di calorico; ma il calorico libero soltanto è quello, ch' è capace di riscaldare i corpi fino a un certo grado, o per dir-

dirlo in altri termini, egli solo è quello, che può elevare la temperatura de' corpi fino a un grado qualsivoglia; e la sua intensità viene indicata, e misurata dal grado di dilatazione, che produce nel fluido, onde son formati i Termometri, o in altri corpi d'altra fatta. Dal che chiaro si scorge, che il calorico combinato ne' corpi non ha la menoma azione su tal fenomeno, e quindi che il Termometro non è atto a misurare, e ad indicarci la quantità assoluta, ossia totale del calorico contenuta in un corpo, ma unicamente quella porzione libera di esso, che può agire, e dilatare gradatamente la colonna del fluido, che costituisce il Termometro divisato.

1348. Ma poichè non tutte le spezie di corpi hanno il medesimo grado di affinità, o sia il medesimo grado di attrazione pel calorico, ed a vicenda, accade di ragione, che non tutte le spezie di corpi son capaci di assorbirne la medesima quantità; ma altri più, altri meno: ed avviene benanche, che il calorico combinato, ed il libero non ritrovandosi in tutti i corpi, benchè uguali in massa, ed in volume, nella stessa proporzione rispettiva. Conseguentemente due corpi eterogenei o di diversa natura, tuttochè uguali in massa, ed in volume, ed elevati alla medesima temperatura, ovvero riscaldati al medesimo grado, possono contenere, siccome per lo più succede, differente quantità di calorico tra combinato, e libero. Or quest'attitudine, questa forza particolare, che hanno naturalmente i corpi eterogenei di assorbire differenti quantità di calorico, per essere elevati alla stessa temperatura, nell'atto

che sono entrambi uguali in massa, od in volume, dicesi *capacità*; e quel corpo dicesi avere maggior capacità di un altro, che trae a se, ed assorbe una maggior quantità di calorico nelle circostanze divisate. Laonde se per elevare due corpi eterogenei uguali dalla temperatura di 15 gradi a 30, uno d'essi richiedo una doppia quantità di calorico dell'altro, diremo, che la capacità di quello è alla capacità di questo, come 2 ad 1. Dunque la capacità pel calorico non dipende dalla quantità degl'interstizj, o sia de' pori frapposti tra le particelle de'corpi, e conseguentemente dalla loro maggiore, o minor densità, ma sì bene dalla reciproca affinità maggiore, o minore tra le dette particelle, e quelle del calorico *(a)*.

1349. Quando le divisate quantità di calorico contenute nelle diverse spezie di corpi nel modo già detto (§. 1346), a temperature eguali, vogliansi paragonare le une alle altre sotto lo stesso volume, oppur sotto ugual massa, allora prendono il nome di *calorico specifico*; sicchè il calorico specifico di un corpo dicesi maggiore, o minore di quello di un altro, sempre che il primo corpo, avendo la medesima temperatura, ne contiene maggiore o minor quantità dell'altro sotto lo stesso volume, o sotto di ugual massa.

1350. V'ha due metodi, inventati da' moder-

ni

(a) La capacità pel calorico è variabile nel cangiamento di stato, che soffrono gli stessi corpi. Così l'acqua, per cagion d'esempio, passando dallo stato liquido a quello di vapore, ovvero a quello di diaccio, cangia la sua capacità; vale a dire, ch'ella contiene una quantità di calorico, differente da quella di prima; e così intendasi di altri corpi.

ni Filosofi, per misurare il calorico specifico de' corpi. Il primo è quello di Crawford, il secondo di Lavoisier, e la Place, di cui si son serviti questi ultimi per fare le loro osservazioni: questo si reputa più agevole, e più sicuro. La Figura di cotale strumento, che per l'uso, a cui è destinato, dicesi *Calorimetro*, o sia *misura del calorico*, può vedersi nel secondo volume del *Trattato di Chimica* di Lavoisier. Noi qui tralasciando la descrizione complicata delle sue parti, diremo, per farne ben intendere l'uso, che la parte più essenziale di esso consiste in un vaso ben chiuso, ripieno, e circondato di diaccio alla temperatura di zero, o sia del diaccio, che si fonde, scavato quasi a foggia di sfera, ove si ripongono i corpi, di cui vuolsi misurare il calorico specifico, dopo di averli elevati tutti alla stessa temperatura, suppongasi di 80 gradi. Vi s'intromette ciascuno di essi separatamente, e vi si fa rimanere fino a tanto che si riduca alla temperatura di zero. Siccome il diaccio, ove si allogano siffatti corpi, non si può struggere, se non se in forza del calorico, che assorbe da' corpi circostanti; così ognun comprende, che tanto di diaccio convertesi in acqua, quanto se ne può liquefare dal calorico, che gli va somministrando quel tal corpo; e quindi il peso dell'acqua, che ne risulta, sarà proporzionale alla quantità di calorico somministrata dal corpo medesimo, o sia al suo calorico specifico, di cui esprimerà ella la vera misura. Questa quantità paragonata a quella, che forniscono altri corpi messi al medesimo cimento nelle stesse circostanze, darà le rispettive loro quantità di calorico specifico.

1351. Il calorico combinato acquista un tal grado di aderenza alle particelle de' corpi, co' quali si combina, e vi s'incorpora in sì fatta maniera, che non se ne può svellere in verun modo, nè per via di compressione, nè per alcun' altra via di simigliante natura. L' unico mezzo per riuscirvi, è la scomposizione, la quale si opera mercè di una nuova combinazione; cioè a dire presentando al corpo già saturato di calorico combinato un altro corpo, colle cui particelle abbia il calorico una maggiore affinità, o sia un' attrazione maggiore che con quelle del primo: allora queste son costrette ad abbandonarlo, ed egli sprigionato, scevro da que' legami, libero in somma, corre ad insinuarsi in quel secondo corpo, ed a combinarsi seco nel modo già detto.

1352. Oggigiorno può profferirsi qual legge generale, e costante, che la quantità di calorico, che scomparisce in ogni nuova combinazione, torna a manifestarsi di bel nuovo nell' atto della scomposizione. Diciamolo in altri termini per più chiara intelligenza. Il calorico libero, che intromettendosi tra le particelle di un corpo, con cui ha dell' affinità, vi si va a combinare nel modo già detto (§. 1346), e perdendo l' esercizio delle sue facoltà, rendesi affatto irriconoscibile; tostochè per effetto di una nuova combinazione, o sia di una affinità superiore e prevalente, siegue la scomposizione di quel tal corpo, viensi a sprigionare, e si manifesta nuovamente ponendo in esercizio le sue proprietà natìe. Nel primo caso succede un raffreddamento manifesto ne' corpi circostanti, che sono obbligati a cedere il loro ca-

lori-

lorico, che vassi a combinare; dovechè nel secondo si eccita intorno un calore manifesto, e sensibile per ragion del calorico, che se ne viene sviluppando. Così la quantità di calorico, che il diaccio assorbe per istruggersi in acqua, con cui il calorico vassi combinando per renderla fluida, si sprigiona poscia dall'acqua, e ripiglia le proprietà di calorico, tostochè l'acqua comincia a diacciare. Il calorico ulteriore, che si combina coll'acqua mentre ch'ella si va cangiando in vapore, se ne sviluppa, e rendesi palese un'altra volta nell'atto che il vapore si vien condensando, e ritorna in acqua. Così discorrete su tutti gli altri cangiamenti di stato di tal fatta, che possa mai soffrire qualunque altro corpo.

1353. E' cagion di destare la più alta meraviglia il riflettere, come mai possa addivenire, che una sostanza sì tenue, sì elastica, e sì attiva, com'è il calorico, atta a disgregare qualunque corpo, stia ritenuta, ed inceppata in quelli in modo tale, che non palesi il menomo segno della sua presenza, e non eserciti in menomo grado la poderosa sua efficacia natìa (§. 1346). Ci offre però la Chimica un notabil numero di fatti, da cui apparisce, che parecchie sostanze, le quali di lor natura non sembrano soggette a verun freno, si combinano poi, e si fissano per virtù di un certo grado di affinità, ch'esse hanno con altre sostanze d'un' indole particolare. Abbiamo eziandio de' fatti certi, e nel tempo stesso assai ovvj, i quali ci dimostrano, che l'aria, la quale, siccome ognun sa, è fluidissima, estremamente mobile, ed elastica, contrae un'aderenza sì poderosa co'

cor-

corpi secchi, che gli siegue sin dentro l'acqua; nè se ne può staccare altrimenti, se non che per virtù di un gagliardissimo stropicciamento di un altro corpo bagnato. Che direm mai del fuoco elettrico, il quale comechè ugualmente mobile, tenue, ed attivo che il calorico, e la luce, pure si trova nello stato di fissazione in un gran numero di corpi, onde si sprigiona, e si ritrae in virtù dello stropicciamento (a)? La luce medesima si fissa ne' fosfori, ne' vegetabili, ed in parecchie altre sostanze, ove dà poi de' segni manifestissimi della sua esistenza. I diamanti, i zaffiri, gli smeraldi, il carbonchio, come altresì la pietra di Bologna, i gusci d'ostriche, o di uova calcinati, ed altre moltissime sostanze, risplendono al bujo dopo di averle tenute esposte alla luce del Sole; anzi queste ultime dopo di aver perduta cotal proprietà, la riacquistano di bel nuovo esponendole un'altra volta alla luce solare. E non è egli vero, che i corpi neri assorbono avidamente, e in se ritengono la luce, la quale v' ha ragion di credere, che vada finanche a combinarsi colle loro particelle? La legge d'affinità, o la forza attrattiva, che dir si voglia, è il legame più generale, e più fermo, che unisce insieme, e congiugne le differenti parti, le quali entrano a formar la materia. Questo adunque è il caso per rapporto al calorico; e con

(a) Comechè il fuoco elettrico venga attratto dal tubo, o dal disco della Macchina, e somministrato dall'aria circostante, siccome dimostreremo a luogo proprio, non v'ha dubbio però, che havvi una picciola porzione di esso naturalmente ne' cristalli divisati, e che questa è la prima a svolgersi in forza dello stropicciamento.

con ciò rendesi agevole a concepire quel che a primo aspetto sembravaci arduo, e quasi impossibile.

1354. Questo calorico combinato, questo fuoco puro, benchè fornito di proprietà differenti; e soggetto ad una Teoria affatto diversa, è quello appunto, che dagli antichi Chimici fu denominato *Flogisto*, *Principio infiammabile*, *Fuoco principio*, *Fuoco fisso*. Videro essi in primo luogo esservi alcune spezie di corpi, come sono il zolfo, le resine, gli olj, i bitumi, i carboni, i vegetabili secchi, i metalli &c. a' quali attaccandosi il calorico libero, s'infiammano, divampano, e producono luce, e calore; e ne videro in secondo luogo degli altri, i quali comechè penetrati dal calorico, si riscaldano, si arroventano, ma non producono infiammazione veruna, e son del tutto disadatti ad alimentare il fuoco. Per la qual cosa chiamarono i primi *corpi combustibili*, e dissero *incombustibili* i rimanenti; ed immaginarono, che i corpi combustibili fossero tali per cagione del flogisto, ond'erano doviziosi, e che formava una delle loro parti principalissime, ed essenziali; dovechè i rimanenti corpi erano incombustibili per essere affatto privi di cotal flogisto.

1355. In conseguenza di un tal principio credevano essi, che nella combustione de' corpi combustibili non si facesse altro, se non se sprigionare, e sviluppare il flogisto in essi già esistente, che quindi manifestavasi in fiamma, ed in calore, fin tanto che non fosse dissipato totalmente. Immaginavano inoltre, che cotal flogisto identico in tutti i corpi si potesse agevo-

gevolmente trasfondere dall' uno all' altro, ovvero da' corpi combustibili negl' incombustibili in tutta la sua purità, e senza veruna scomposizione mercè del semplice contatto, per così invertire la loro natura, sicchè i secondi divenissero combustibili, ed i primi al contrario perdessero le proprietà di potersi infiammare. Tennero essi parimente ferma oppinione, che il flogisto combinato naturalmente in alcuni corpi, ovvero trasfuso dall' uno nell' altro, come si è detto, comunicasse loro alcune importanti proprietà del tutto singolari; cioè a dire l' odore, e 'l colore, che non aveano prima, un maggior grado di densità, di mollezza, di volatilità, l' opacità, ed una maggiore attitudine alla fusione, una ripugnanza grandissima a combinarsi coll' acqua, e coll' aria. Furon finalmente di sentimento, che i metalli non fossero composti, salvochè di terra, e di flogisto; che la loro *ossidazione*, o sia *calcinazione* non si operasse, se non se togliendo loro il flogisto; dovechè restituendolo loro di bel nuovo mercè il contatto (avvalorato dall' azion del fuoco) di qualche materia combustibile, com' è l' olio, il carbone, le unghie, e le corna degli animali, venisse ad operarsi la *riduzione*.

1356. Questa è in succinto la famosa Teorìa Stahliana, abbracciata fin dalla sua origine universalmente con quell' istesso entusiasmo, ond' è ora ricevuta la nuova di Lavoisier; Teorìa, ch' è stata cotanto in voga nelle più celebri scuole de' Chimici pel corso di tanti anni, e poi recentemente rovesciata dal testè mentovato Chimico illustre. Questa è la misera condizione di tutte le umane speculazioni! La-

voi-

voisier stesso n'era tanto persuaso, che anche a fronte delle sue nuove scoperte, credè sul bel principio di potersi conciliare la Teorìa Stahliana co' suoi nuovi ritrovati *(a)*.

1357. Non vo' lasciar questo proposito senza rapportare, che il celebre Signor de Morveau con quella ingenuità, ch'è propria di coloro, che scevri d'ogni spirito di partito, non cercano che la verità, riflette saggiamente, nell'atto che attaccandosi ai nuovi principj di Lavoisier, fassi a rigettare la Teorìa Stahliana; riflette, dicea, non potersi porre in dubbio, che siffatta Teorìa ha influito notabilmente ai progressi della Chimica, essendo stato il primo sistema, che abbia legata insieme, e disposta in un ordine metodico una infinità di fatti, e di osservazioni isolate, un sistema in somma, che facilitando le operazioni anche a' Manipolatori i più ordinarj, *ha contribuito all' avanzamento della vera Chimica*. Quindi è, ch'egli lo caratterizza qual *errore fecondo, che fa epoca nelle scienze, e che non può essere che l'opera di uomini straordinarj, chiamati dalla Natura ad innalzarle al di sopra de' lumi del loro secolo*.

ARTICOLO II.

Del Calorico libero, e del modo, onde si eccita.

1358. Il calorico, che lungi da ogni combinazione, scevro da ogni legame, può esercitar liberamente le sue funzioni, può attra-

(a) *Opuscul. physiques, & chimiques.*

traversar francamente i corpi, eccitar la sensazione del calore, e lasciar misurare la sua intensità col mezzo del Termometro; è quello appunto, che si denomina *Calorico libero*. Egli è adunque in uno stato affatto contrario al calorico combinato (§. 1346) comechè sia con esso identico per natura.

1359. I mezzi principalissimi, mercè di cui la Natura esegue lo sprigionamento del calorico, riduconsi giustamente a questi tre; cioè a dire allo stropicciamento, all'azion della luce concentrata, ed all'applicazione dello stesso calorico libero, ossia de'corpi infiammati. Niuno ignora, che i raggi del Sole raccolti da una lente convessa, ovver rimbalzati da uno specchio concavo, infiammano poderosamente i corpi combustibili collocati nel foco di quelli. È noto similmente, che l'acciajo sviluppa delle scintille di fuoco qualor si stropiccia contro la selce; che ne' moti lunghi, e violenti d'una carrozza infiammansi talvolta gli assi, e le ruote, per forza dello sfregamento; che i chiodi, e i martelli, che gli battono con gran forza, le seghe, le trivelle, i punteruoli, le lime, ed altri simili ordigni, riscaldansi d'ordinario ne' lunghi, e continuati lavori, fino ad eccitar la fiamma in quelle sostanze, che son da essi penetrate, o distrutte. Due gran lamine di ferro stropicciate vigorosamente, e con gran celerità l'una contro l'altra, giungono prima a riscaldarsi, indi a concepir la fiamma, e finanche a fondersi, come appunto avverrebbe in virtù dell'azione immediata di un fuoco violentissimo. Un fuso di legno duro internato entro a un foro d'un altro pezzo di legname dolce,

a fat-

e fatto quivi girar con forza mercè di un archetto ordinario de' torni a mano, vi eccita il calore, il fumo, e la fiamma. Lo stesso avvien parimente col far iscorrer velocemente una corda sovra un tronco di un albero, o sia altra sostanza atta ad accendersi: e v'ha benanche degli esempj di selve arse, e distrutte, in forza dello scambievole stropicciamento degli alberi, cagionato da un turbine violentissimo. Da' quali effetti non vanno neppure esenti le parti degli animali; scorgendosi alla giornata, che le mani stropicciate con violenza l' una contro l' altra, riscaldansi notabilmente, e tutte le parti del corpo in generale concepiscono un fortissimo calore in forza di un lungo, e continuato esercizio. Ed abbenchè sia certo, che i corpi fluidi, tra cui l'acqua ha il primo luogo, non danno il menomo segno di riscaldamento in seguito di un lungo moto, pure ci assicura il Capitano Phipps, che il Dr. IrWing, imbarcato seco lui nel viaggio al Polo Boreale (§. 1332), ritrovò col mezzo del Termometro, che la temperatura dell' acqua del mare in tempo di una fiera burrasca era assai più calda di quella dell' atmosfera: la qual cosa trovasi eziandio manifestamente indicata da Plutarco come una verità di fatto; e può ragionevolmente attribuirsi non solamente all' acqua, ma sì pure alle sostanze eterogenee, che vi si trovano combinate.

1360. Questo efficacissimo mezzo per isviluppare il calorico libero ha potuto dare agli uomini la prima idea del fuoco. Accadono alla giornata degli stropicciamenti casuali, che lo manifestano assai vivo. Eglino però non pro-

ducono sempre gli stessi effetti al medesimo grado; ma sono questi maggiori a proporzione che i corpi che si sfregano, sono più elastici; secondochè le loro masse (quando le altre cose vanno del pari) sono più notabili, giacchè in tal caso si accresce il numero de' punti stropiccianti; ed a misura che si aumenta la loro velocità, corrispondentemente alle leggi, che i corpi seguono ne' loro urti scambievoli.

1361. Producesi eziandio un effetto simigliante da certi stropicciamenti intestini, spontanei, ed insensibili, i quali seguir sogliono alla giornata nell' atto della fermentazione, oppur nell' effervescenze. Un mucchio di grano, macerato per alcuni giorni con acqua, e quindi gettato nell' angolo d' una stanza, concepì tal grado di calore dopo due, o tre giorni, che non ebbi il coraggio di profondarvi la mano un poco addentro. Una coscia intiera di montone ravvolta entro una carta, indi coperta ben bene tutt' intorno fra quattro salviette, profondata da me per circa due palmi entro un gran mucchio di letame cavato di fresco dalla stalla, fu trovato cotto a tal segno dopo il tratto di cinque ore, in virtù del natural calore di quel letame, che la carne si separava dall' osso, e si spappolava fra le dita *(a)*. E' questo un esperimen-

---

(a) Il Dottor Ingenhousz è stato il primo a scoprire, che le terre vegetabili, e 'l concime, mercè di una lenta combustione assorbono l' ossigeno dell' aria atmosferica, e cagionano lo sviluppo del calorico. Scomponendo essi l' aria in tal modo, forniscono un metodo sicuro per ottenere nella sua purità l' azoto; e l' ossigeno, onde vengono in certa guisa ossidati, combinato col carbonico puro di tali materie vegetabili, viene a formare il Gas acido carbonico, che introdotto mercè il veicolo dell' acqua entro alle radici delle piante, somministra loro il con-

rimento, che può facilmente ripetersi da ognuno, o almeno da coloro, che lo trovassero esagerato. Lo spirito di vino versato nell' acqua, oppur nel sangue umano, fa montare il Termometro di circa 18 gradi; ond'è poi, che i liquori spiritosi son nocivi alla salute, perchè riscaldan troppo gli umori del corpo. La limatura di ferro mescolata con zolfo, ed inzuppata di acqua, non solamente si riscalda, ma s' infiamma visibilmente. La calce mescolata coll' acqua sviluppa parimente un forte grado di calore. L'ulterior narrazione di simili fatti potrebbe, per così dire, estendersi all'infinito.

1362. E' inutile il rammentare particolarmente la generazione del calorico libero mercè l'applicazione di altri corpi infiammati, essendo questo il metodo più comodo, e più alla mano, e per conseguenza il più generale per poterlo eccitare.

1363. Tutti questi fenomeni spiegavansi dagli antichi Chimici colla Teorìa del flogisto; e noi ne daremo una breve idea in uno degli Articoli seguenti, ove dichiareremo la nuova Teorìa di Lavoisier per rapporto alla Combustione.

AR-

conveniente nutrimento, siccome abbiam dichiarato nel §. 1271. Questo è il gran benefizio, che ricevono le terre smosse, e coltivate dal contatto dell' aria.

ARTICOLO III.

Delle varie proprietà del Calorico libero.

1364. La prima proprietà del calorico libero, ch'è forse la più generale, e la più costante, è quella di dilatare la sostanza di tutt'i corpi secondo tutte le direzioni, e di aumentarne conseguentemente il volume. Abbiam notato altrove (§. 390) che una verga di ferro della lunghezza di sei piedi, esposta dal Signor de la Hire al Sol cocente di state, si allungò di due terzi di linea. Un cilindro di metallo, la cui base adegua esattamente un foro circolare, per cui si faccia egli passar liberamente, non può affatto attraversarlo dopo di essere stato riscaldato. Siam debitori all'ingegnoso Musschembroek dell'invenzione di uno stromento, atto a misurare i varj gradi di dilatazione cagionata dal calorico nelle diverse sostanze, ancorchè fosse ella sì picciola, che non giungesse ad adeguare $\frac{1}{12500}$ parte di un pollice. La sua costruzione è stata poscia variata in molte guise, o per renderlo più semplice, oppur per averne de' risultati più esatti. Rapporteremo quì brevemente la costruzione di quello, di cui facciamo uso negli esperimenti della nostra R. Accademia Militare.

Tav. II. Fig. 38.

1365. Consiste egli nel ruotame racchiuso entro alla cassetta A B, corredato del suo quadrante B C, e de' due indici D, E; nella cassetta bislunga F G; e nel vaso inferiore H I, il quale essendo ripieno di spirito di vino, è fornito benanche de' varj lucignoli di cotone *a*, *b*, *c*, *d*. In altri Pirometri manca la cassetta

F G;

F G; e i detti lucignoli sono immediatamente sottoposti alla verga metallica N L, la cui dilatazione vuolsi sperimentare, come scorgesi nella Fig. 9 della Tav. VI del Vol. I (a). Or questo metodo non rende lo stromento paragonabile: intendo dire, che i risultati ottenuti con uno di siffatti stromenti non sono sempre uguali a quelli, che si ottengono col mezzo di un altro, o anche con lo stesso, in diversi tempi; giacchè le circostanze possono non esser le medesime: e la ragione si è, che il grado di calorico comunicato da' lucignoli accesi alla detta verga, oltre al non comunicarsi ugualmente a tutte le parti della medesima, è del tutto incostante, ed incerto, potendo esser maggiore, o minore, a tenor di varie circostanze. Per la qual cosa si fa uso della cassetta F G., la quale riempiendosi d'acqua, e facendosi questa bollire mercè la fiamma degl'indicati lucignoli, comunica sempre alla verga il medesimo grado di calorico (§. 1280). E comechè cotesto grado possa alquanto variare corrispondentemente al vario peso dell' atmosfera (§. 1279); pure siffatte variazioni non ascendono a gran cosa; ed oltre a ciò si possono affatto schivare coll'istituire gli esperimenti in tempo che il Barometro trovasi elevato alla medesima altezza. Ha ella di più il vantaggio di potersi riempiere d'olio bollente in vece di acqua, e così applicare alla verga un grado di calorico assai più notabile; poichè il calor dell'olio bollen-

(a) La descrizione di questa spezie di Pirometro, ch' è assai meno dispendiosa, ed attissima per gli esperimenti ordinarj, si è da noi rapportata nel §. 25.

lente è a quel dell'acqua quando bolle, come 600 a 212 a un di presso.

Tav. II. Fig. 38.

1366. Disposta impertanto la verga metallica N L nella situazione orizzontale rappresentata dalla Figura; riempiuta d'acqua la cassetta F G; ed accesi i lucignoli *a*, *b*, *c*, *d*, imbevuti di spirito di vino (§. 1365); tostochè il calorico, cui l'acqua va acquistando di mano in mano, si trasfonde alla verga, cominciasi questa a dilatare: e poichè non può ella allungarsi dalla parte L, per essere frenata dalla vite M, ond'è premuta in parte contraria; è obbligata a distendersi dalla parte N, ove spignendo in dentro una picciola barra di acciajo, con cui s'incontra cima a cima, fa sì, che la medesima dia moto ad una leva racchiusa nella cassa circolare A B. Siffatta leva ponendo in moto due ruote, con cui è connessa, fa poscia rivolgere i due indici D, E, i quali scorrendo lungo i due quadranti graduati a se corrispondenti a misura che l'espansione della verga N L fa rivolgere in giro l'accennato ruotame, indicano i varj gradi di dilatazione, ch'ella viene a soffrire. Le dimensioni degli assi, e delle circonferenze di siffatte ruote sono proporzionate in modo, che l'espansione di $\frac{1}{100}$ di pollice nella verga fa fare all'indice D una intiera rivoluzione; e fa rivolgere l'indice E con legge tale, che indichi le parti millesime di ciascheduna delle testè indicate. Le dette lamine di metallo si cangiano a piacere, ponendosi ora di ferro, or di ramè, talvolta di oro, d'argento, di piombo, ec; per iscorgere i differenti gradi di espansione, cui lo stesso grado di calorico è capace di generare ne' diversi metalli.

1367. Questa sorta di stromenti non dimostra la dilatazione de' metalli in forza del calorico, se non nella loro lunghezza: ma per convincersi, ch'essi dilatansi secondo tutte le direzioni, abbiasi un cilindro di metallo, che possa passar lindo lindo per un cerchio anche metallico. Indi fattolo ben riscaldare, si vedrà, ch'egli non è più capace di attraversare l'anello suddetto. Segno è dunque d'essere stato dilatato anche il suo diametro in forza del calorico.

1368. Boerhaave, in conseguenza di alcuni pochi esperimenti da se fatti sopra solidi, e fluidi, stabilì qual regola generale, che il calorico dilata i corpi in ragione inversa della loro densità; vale a dire, ch'essi vengono dilatati maggiormente a proporzione che la lor tessitura è più rara. Basterà solo il vedere per esperienza, che il mercurio, almeno 13 volte più denso dell'acqua, si rarefà specificamente assai più in paragone di quella, per assicurarsi della falsità di cotesta legge Boerhaaviana. A Buffon d'altronde parve di aver rinvenuto, che i corpi si dilatassero secondochè son capaci di essere alterati dal calorico, sia calcinandosi, sia liquefacendosi. Il fatto si è, che non ostante le ripetute osservazioni, e le più accurate indagini, praticate relativamente alla dilatazione de' corpi in virtù del calorico, non eccettuandone le recentissime di Lavoisier, e la Place, non si è potuto finora ravvisare una legge generale, e costante. Egli è verisimile, che ciò derivi dal vario grado di affinità, che ha il calorico colle varie spezie di corpi, e da' cangiamenti, ch'egli è capace di produrre in essi.

 Quel

Quel ch'è certo si è, che non tutte le sostanze si dilatano ugualmente collo stesso grado di calorico; essendosi rilevato più volte, che col grado medesimo di calorico, ed a pari circostanze, il ferro si dilata di 80 divisioni del quadrante del Pirometro; l'acciajo di 85; il rame di 89; l'ottone di 110; lo stagno di 153, e 'l piombo di 155. Dal che si scorge, che il ferro è meno dilatabile fra tutti i metalli; e che il piombo, e lo stagno, sono capaci della massima dilatazione. Per la qual cosa siam da ciò manifestamente istrutti di doverci servire del ferro per far verghe di pendoli, perni di ruote, esatte misure di lunghezza, ed altre tali cose, ove si richiede, che segua il menomo cangiamento possibile nelle dimensioni.

1369. Nè altri creda, che il calorico produca il dichiarato effetto unicamente su i solidi, essendo cosa indubitata, ch'egli lo cagiona ugualmente in tutte le spezie di fluidi. Empite d'acqua, d'olio, di mercurio, di aceto, o di qualunque altro liquore, una bottiglia di vetro fino al collo: immergetela nell'acqua bollente; e vedrete, che saranno essi dilatati dal calorico in un modo così sensibile, che si vedranno immantinente montar su pel collo della bottiglia, tranne il più, ed il meno, dipendente dalla varia loro attitudine ad esser dilatati, come si è notato di sopra. Su questa verità di fatto è appoggiata la costruzione del Termometro, atto a misurare i varj gradi di calorico nell'atmosfera, oppur ne' corpi, di cui ragioneremo in appresso.

1370. Ora essendoci nell'atmosfera de' perpetui cangiamenti di caldo, e di freddo, indica-

ti

ti dal Termometro, seguir ne dee per legittima conseguenza, che le dimensioni di tutt'i corpi, atti ad accrescersi col caldo, ed a ristrignersi col freddo, debbono similmente variar di continuo; in guisa che se fosse possibile di aver sempre alla mano un Pirometro, capace a porre al cimento tutte le spezie di corpi di qualunque figura, e grandezza, ed in tutte le circostanze, ci recherebbe stupore il ravvisare, che gli uomini, i bruti, gli edifizj, le misure, le vesti, tutto in somma diviene or più grande, or più piccolo, a norma del maggiore, o minor grado di calorico, che regna nell' atmosfera. Siffatti cangiamenti, i quali sieguono realmente in Natura, non ci si possono tutti render sensibili attesa la somma loro picciolezza per rapporto all'efficacia limitata de'nostri organi sensorj.

1371. Molto meno può assoggettarsi alla debolezza de'nostri sensi il perpetuo moto intestino prodotto dalle tenuissime oscillazioni de' solidi, e dalle lievi, ma continuate rarefazioni de' fluidi nelle sostanze sì animali, che vegetabili in forza del calorico, che incessantemente regna nell'atmosfera, e che stende benanche il suo impero nelle sostanze minerali seppellite in seno alla Terra. I cangiamenti varj, che veggonsi succedere ne' loro organi, sia nella forma, che nelle dimensioni, la circolazione de' fluidi, la diversa lor consistenza, il color vario, il differente sapore, il maturamento de' frutti, la fermentazione, la putrefazione, ed oltre a ciò le cristallizzazioni, i cangiamenti in minerali, ed altri fenomeni ammirabili di tal natura, non si potrebbero operare in verun mo-

modo, senza la presenza, e la poderosa efficacia del calorico.

1372. V' ha in Natura alcune spezie di corpi, le cui parti essendo investite dal calorico, che vi si va combinando, vengono totalmente distaccate l'una dall'altra fino ad una certa distanza, ove continuano ad esser tuttavia dentro la sfera della loro attrazione. In tale occorrenza non sono elleno distrutte, ma passano in quello stato, cui diciamo fluidità. Quest' è il caso de' metalli, della cera, della pece, del sego, e di altre tali sostanze qualora son fuse. L'esperienza ci rende sicuri, che quando siegue un tal effetto, il calorico opera con un' attività sì prodigiosa, che giugne a sciogliere le accennate sostanze, sarei per dire nelle loro parti elementari. Prendasi un sol granello di oro; e messolo a fondere con cento mila grani d'argento, tutta la massa si vedrà di color d'oro; ed in qualunque picciola porzione, che altri ne voglia prendere, la quantità dell' oro in essa esistente sarà sempre a quella dell' argento, come uno a centomila.

1373. Dopochè il calorico ha distrutto in siffatti corpi lo stato di aggregazione, e gli ha portati a quello di fusione, se mai accade, che vengano essi maggiormente incalzati dal calorico, questo a misura che vi si va combinando, gli volatilizza, e gl' innalza nel seno dell' atmosfera, come si è detto dell' acqua (§. 1278). Ne' corpi composti, volatilizzate che sieno le parti, che ne sono capaci, ne rimangono talvolta delle altre, che di lor natura non possono giungere a tale stato, e perciò diconsi *fisse*. Talora e queste e quelle vanno a combinar-

narsi colle loro simili, ovver con quelle, da cui son tratte per forza di affinità, e quindi si genera un nuovo ordine di composizione. Si può questo riguardare come la seconda proprietà del calorico libero.

1374. Per ben intender però onde avvengano le divisate nuove composizioni, vuolsi avvertire, che nell'atto che il calorico, insinuandosi tra le particelle de' corpi, tende a distruggere lo stato di aggregazione, ossia la loro coerenza, viene a promuovere l'attrazione di composizione, ovvero la combinazione (a); perciocchè cotesti due stati sono nella ragione inversa l'un dell'altro. La ragione si è, che fino a tanto che le particelle de' corpi sono a contatto fra loro, prevale la forza di attrazione, la quale vieta, ch'esse possano porre in esercizio l'affinità, che hanno con altre sostanze: ma quando poi son quelle disgregate fino a un certo se-

---

(a) La forza di attrazione, che abbiam veduto regnare fra tutti i corpi, senza eccettuarne i corpi celesti, detta comunemente *forza di gravità*, domina eziandio tra le minime particelle de' corpi medesimi. Questa particolarmente distinguesi da' Chimici in due spezie differenti, cioè a dire in *Attrazione di aggregazione*, ed in *attrazione di composizione*, detta con altro nome *affinità chimica*. L'attrazione di aggregazione è quella, onde attraggonsi scambievolmente le minime particelle de' corpi, dal che poi risulta la loro aderenza reciproca, e la loro densità. Ella però si esercita unicamente tra le parti *similari*, o sia tra quelle, che sono di simigliante natura. L' attrazione di composizione al contrario non ha luogo, che tra le parti *dissimili*, o sia tra le parti di diversa natura, suppongasi tra l'acqua, e 'l calorico, tra i sali, e l'acqua, e così delle rimanenti. Di quì nasce, che attraendosi quelle, ed unendosi insieme mercè di cotal forza, dee necessariamente comporsi, e risultarne un corpo diverso da quello, ch' esse avean separatamente formato dianzi, laddove in virtù della forza di aggregazione la natura del corpo, che ne risulta, non si altera in verun conto, riducendosi soltanto a formare un composto di maggior volume, o di maggior densità, che prima non lo era.

segno dal calorico, trionfa incontanente la forza di affinità, e traendo a se le sostanze affini, vi si combinano, e viene a derivarne un nuovo composto. Quindi è, che molti fenomeni non possono aver luogo, senza elevare antecedentemente la temperatura di alcuni corpi. Vuolsi badar bene a questa verità, la quale ci aprirà poi la strada a poter bene intendere i fenomeni della combustione.

1375. Che la fluidità de' corpi dipenda dal calorico (tranne l'influenza, che vi può avere la figura delle loro particelle) è cosa su cui convengono tutt'i Fisici sensati al dì d'oggi, siccome abbiamo accennato nel §. 1372.

1376. Ad eccezione dunque del calorico, ch' è il solo fluido per essenza, tutti gli altri fluidi lo sono unicamente per l'interposizione del calorico stesso, il quale contrariando costantemente l'attrazione di aggregazione, vieta che le loro parti persistano in un immediato contatto. I metalli più duri si fondano immediatamente per forza del calorico, e qualor si raffreddano divengono consistenti di bel nuovo: l'acqua privata in parte del calorico, diaccia senza ritardo, siccome l'abbiam già veduto (§. 1303). Finanche il mercurio, che si credeva da' Fisici esser fluido per essenza, avuto riguardo all'impossibilità di fissarlo, non lo è, se non se per l'interposizione del calorico. Diè motivo a questa scoperta l'orrido freddo stato in Pietroburgo nell'anno 1749, allorachè Giuseppe Adamo Braun, Professore di Filosofia in quella Imperiale Accademia, dimostrò con decisiva evidenza, che il mercurio si può render solido mercè la diminuzione del suo calorico.

Ser-

Servissi egli a tal uopo d'una mistura formata di neve, e di acido nitrico (*acqua forte*), in cui essendovi immerso il Termometro, il mercurio si vide discendere fino a 100 gradi, e ne' successivi esperimenti, sino a 244, ed a 352 (a). Divenne cotesto in tale stato una solida, e splendente massa metallica, che si stese sotto il martello; di durezza inferiore a quella del piombo; e che rendeva un suono sordo al par dello stesso metallo. Ed è cosa notabile, che il mercurio consolidato a tal punto, andava a fondo del mercurio fluido, essendo ciò una pruova, ch'egli si addensa agghiacciandosi, tutt' al contrario di quel che succede all acqua (§. 1301). L'esperimento fu poscia ripetuto con ugual successo non meno nell' indicato anno, che ne' seguenti dallo stesso Braun, e dá altri Fisici in Pietroburgo, da Blumenbach in Gottinga, da Cavendish in Inghilterra, da Hutchins nelle Baja di Hudson, ed altrove da altri Filosofi. Il detto Signor Hutchins ebbe il piacere di dimostrare decisivamente nel 1781, che il grado di freddo richiesto per congelare il mercurio, è tra i gradi 39, e 40 sotto il zero della scala di Farenheit; e che la discesa del Termometro a più centinaja di gradi, solita ad osservarsi in tale occorrenza, dipende assolutamente dalla contrazione, che il mercurio soffre nell'atto che diaccia. Mr. Cazalet

---

(a) Si è altrove avvertito, che mischiandosi de' sali, o degli acidi col diaccio, il composto che ne risulta, acquista una maggior capacità pel calorico, e quindi assorbendone una maggior quantità per fondersi, la toglie naturalmente al mercurio, che vi è immerso, il quale perciò dee diacciar più prontamente.

zalet è riuscito a congelarlo nelle parti meridionali della Francia, innaffiando la neve con acido nitroso (*spirito di nitro fumante*).

1377. Non vo' dipartirmi dal presente soggetto senza soggiugnere, che il mercurio può del pari agghiacciarsi agevolmente in virtù di freddo naturale. L'esempio più rimarchevole di tal verità è quello rapportato dal celebre Naturalista Pietro Pallas, che dimorando nella Siberia nell'A. 1772, trovò, che il mercurio del suo Termometro esposto all'aria libera era disceso al grado 70, ed erasi consolidato, Trovossi egli più flessibile dello stagno ma più friabile qualor si piegava. Se il martello, con cui si batteva, non era freddo, il mercurio scioglievasi in gocce sotto a' suoi colpi: ciocchè avveniva eziandio toccandosi colle dita, che n'erano agghiadate nell'istante. Trasportato in una stanza alquanto calda, liquefacevasi gradatamente come cera al fuoco.

1378. Per ciò che riguarda la fluidità dell'acqua cagionata dal calorico, oltre a quello, che ne abbiam detto nel §. 1259 varrà non poco il rapportare due vaghissimi esperimenti del Signor de Luc. Pongasi la palla d'un Termometro dentro d'un bicchiere ripieno di acqua; e fatta poscia gelar cotesta, sicchè la palla suddetta trovisi da per tutto circondata dal ghiaccio, pongasi presso al fuoco cosiffatto apparecchio. L'esperienza dimostra, che il mercurio del Termometro ascende in alto fino al momento, che il ghiaccio è presso a fondersi. Tostochè cominciasi egli a liquefare, il mercurio si arresta, e cessa assolutamente di fare il menomo cammino, non ostante che la luce sviluppata

nell'

nell'atto della combustione prosiegua ad attraversare il ghiaccio sudetto. La qual cosa evidentemente dimostra, che il calorico, il quale s'interna nel ghiaccio nell'atto che si fonde, non vi produce il menomo grado di calore, ma s'impiega unicamente nella trasformazione d'un solido in un fluido, ossia del ghiaccio in acqua.

1379. Che la cosa sia in fatti così v'ha un' altra maniera di dimostrarlo. Deriva questa da un altro esperimento dello stesso Autore, di cui se n'è riferita una parte nel §. 1306. Si disse quivi, che se un pezzo di ghiaccio pongasi a contatto con una massa di acqua raffreddata molto al di sotto del punto ordinario della congelazione, se ne vede tosto gelare una porzione: ora però vuolsi soggiugnere, che nell'istante che fassi cotal gelo, il calorico sviluppato dalle sue particelle, e perciò renduto libero, corre a combinarsi con la rimanente acqua a tal segno, che la riduce all'ordinaria temperatura del gelo, in cui non lascia di perseverare fino a tanto che l'intiera massa dell'acqua non sia convertita in ghiaccio. Se dunque il ghiaccio assorbisce in se una considerevole copia di calorico nell'atto che si fonde, per convertirsi in acqua; e se da se la sviluppa, e la sprigiona nel momento che si forma; v'ha tutta la ragion di dire, che la fluidità dell'acqua, e così s'intenda degli altri fluidi, debbesi attribuire al calorico, che s'insinua, e vassi a combinare colle sue particelle: tanto vie più, ch'è legge costante, che in ogni liquefazione v'ha perdita di calorico; vale a dire, ch'egli si assorbisce in modo dalle parti, che vansi rendendo fluide, che si rende del tutto insensibile,

le,

le, ed affatto incapace di operar su 'l Termometro: per la qual cosa fu egli denominato *calor latente* dal Dottor Black insigne Filosofo Scozzese, che ne fu lo scopritore (§. 1346), benchè il Signor de Luc avesse avuto anticipatamente sopra ciò la medesima idea. Il successo de' rapportati esperimenti non solamente dimostra la vera cagione della fluidità dell' acqua ma c' induce a pensare nel tempo stesso con de Luc, che cotal fluidità non succede per virtù della semplice interposizione del calorico tra le particelle dell' acqua, ma bensì per virtù d' una intima unione, ch' egli contrae coll' acqua medesima, onde si genera una particolare affinità, ed un' attrazione a maggior distanza; scorgendosi chiaramente, che per quanto calorico s' introduca nel ghiaccio nell' istante della sua liquefazione, non si altera punto la sua temperatura: segno è dunque, che il calorico in tale occorrenza non rimane libero, ma si combina coll' acqua. Del che abbiam ragionato diffusamente nel §. 1260.

1380. Il Filosofo illuminato, che gettando uno sguardo sul complesso delle materiali sostanze, vi scorge ad ogni tratto i vigorosi effetti di quella forza prodigiosa, e stupenda, onde tutte le parti della materia tendono naturalmente ad unirsi a vicenda; e che riguardar si può giustamente come il cemento universale, che insiem collega, ed unisce gli elementi di tutt' i corpi; non può fare a meno di non ravvisare nel calorico un agente poderosissimo, e formidabile, ch' essendo l' antagonista perpetuo della forza indicata, vieta effettivamente, che le parti della materia si unisca-

no

no insieme per l'efficacia di quella, e concorran tutte a formare un intiero, e solido masso di tutto l'Universo. Il suo potere è sì grande, la sua attività è così estesa, e le maniere, ond'egli opera, sono sì variate, ed ammirabili, che indussero ne' tempi andati la gloriosa Nazione, annoverata generalmente tra le più sagge, a riguardarlo come un Nume supremo, e a tributarli corrispondentemente adorazioni, ed omaggi. E a dir vero neppur la rammentata efficacia della forza attraente sarebbe valevole a frenar l'azione del calorico abituale, che regna in alcuni corpi, se a cotal forza non si unisse nel tempo stesso la pressione dell'atmosfera; giacchè veggiamo, che tolta questa, siccome avvien di fatti nel Recipiente voto della Macchina Pneumatica, l'etere, lo spirito di vino, ed altre simili sostanze spiritose, e volatili cominciano a bollire, e convertonsi tosto in un fluido aeriforme (§. 815).

1381. Dalle cose dichiarate fin quì si deduce in una maniera evidentissima, non solamente che il calorico è corpo, ma eziandio che le sue particelle sono sottilissime, ed estremamente mobili; altrimenti non potrebbero internarsi ne' pori angustissimi di tanti diversi corpi, e penetrarli in tutte le direzioni. Sono elleno parimente dure all'eccesso, e dotate di grandissimo potere; poichè in caso contrario non sarebbero atte, e valevoli a superare la prodigiosa forza di aderenza, onde si tengono strette insieme le particelle di parecchi corpi, senza eccettuarne i più tenaci, e compatti, come sono l'oro, l'argento, il ferro, ed altri della medesima indole. Non è possibile di render

 ragio-

ragione de' dichiarati fenomeni senza supporre il calorico dotato di queste tali proprietà.

1382. Or se il calorico è corpo, ed una delle proprietà universali del corpo è la forza di gravità, sarà dunque il calorico pesante. Ma vi son poi esperimenti, d'onde rilevar si possa il suo peso, e rendercisi sensibile? Boyle, Lemery, Musschenbroek, e parecchi altri han creduto di poterlo dimostrare. Il primo fra gli altri ha scritto un intiero trattato su tal particolare. La maggior parte de' loro argomenti è dedotta dal peso considerevole, che i metalli acquistano colla calcinazione, o sia ossidandosi: il qual peso lo supponevano essi allora originato dal calorico, che in quelli s'introduce durante l'operazione suddetta. Quanto ciò sia lontano dal vero ci proporremo di esaminarlo a luogo più opportuno. Per ora osserveremo, che altri si sono appigliati al partito di paragonare il peso d'un metallo rovente a quello, ch'egli ha essendo raffreddato. Allegano eglino tra gli altri l'esperimento del Conte di Buffon, il quale asserisce, che una palla di ferro del peso di 49 libbre, e 9 once, coll'essersi fatta arroventare al fuoco pesò 49 libbre, ed 11 once; cosicchè vi furono 19 grani, ed $\frac{1}{2}$ di aumento in ciascheduna libbra di quel metallo. Ma oltrechè cotesto argomento pruova troppo, come suol dirsi nelle scuole, non essendo possibile, che il calorico abbia un peso così notabile, convien sapere, che in altri moltissimi esperimenti praticati da Boerhaave, e da parecchi altri Fisici, si è rilevato, che i metalli di gran massa, arroventati, o anche esposti al fuoco durante lo spazio di tre anni,

non

non hanno acquistato il menomo peso sensibile.

1383. Il sagace Musschenbroek avendo ottenuto anch'egli risultati analoghi a cotesti, si è ingegnato molto giudiziosamente di trarre da' medesimi una pruova del peso del calorico. Se il fuoco, dic' egli, non aumentasse il peso de' corpi, che investe, il metallo arroventato non potrebbe aver giammai lo stesso peso che il freddo; imperciocchè essendo quello dilatato dal fuoco ed accresciuto di volume (§. 1385), dovrebbe, pesar meno di quanto è freddo, allorchè il volume è minore; e ciò per le ragioni assegnate nel §. 655. Uopo è dunque attribuire li peso aggiunto dal fuoco l' equilibrio, che il ferro arroventato forma con se medesimo qualora sia freddo.

1384. Ma cosa mai direbbe un sì dotto Filosofo s' altri gli dicesse, che in una lunga serie di esperienze istituite in Inghilterra dal Signor Whitehurst con oro, e con ferro, pesati con una bilancia sensibilissima, capace di traboccare con $\frac{1}{1000}$ di grano, si trovò costantemente, che siffatti metalli pesavano più essendo freddi, che caldi; e che in altri esperimenti, fatti da altri soggetti in presenza di parecchi membri della Società Reale, ora si ebbero, i medesimi risultati, ed ora risultati contrarj? Se dunque la riuscita di cotali esperienze non è sempre la medesima, s' ella è favorevole, o contraria all' idea de' mentovati Filosofi, a tenore di circostanze, che sono incalcolabili; la prudenza esige, che non si tragga da esse veruna conseguenza; e quindi che si abbia per fermo, che quantunque il calorico sia indubitatamente dotato di peso, pure attesa

tesa la sua tenuità, non è egli capace di rendersi palese alla debole efficacia de'sensi nostri.

1385. Dilatandosi i corpi per virtù del calorico secondo tutte le dimensioni, e non essendo egli dotato di alcun peso sensibile; ne deriva per conseguenza, che il calorico ha la proprietà di accrescere il peso specifico de' corpi aumentandone il volume, ma non già la gravità assoluta.

1386. La terza proprietà del calorico consiste in una certa tendenza, ch'egli ha a diffondersi uniformemente verso tutte le parti, e a distribuirsi in ugual dose ne' corpi circonvicini. Una verga di ferro rovente esposta all'aria libera si raffredda dopo un certo tempo: e se si pone sopra di un'altra simile verga, ch'abbia solamente la temperatura dell'aria, acquisteranno entrambe il medesimo grado di calore; e dopo qualche tempo si ridurranno ambedue alla temperatura dell'aria, che le circonda. Il calorico dunque si diffonde dalla verga nell'aria, oppur da quella in un'altra simile verga non rovente, altrimenti non potrebbon ridursi entrambe alla stessa temperatura, siccome vien chiaramente indicato dal Termometro. Lo stesso accade mescolando due quantità uguali di liquidi omogenei, uno de' quali sia più caldo dell' altro. Dopo seguita la loro mescolanza un Termometro immersovi indica manifestamente essersi il calorico distribuito ugualmente in ambidue i fluidi; inguisachè se la loro temperatura prima di esser mescolati era in uno di 50 gradi, e nell'altro di 20; dopo la mischianza sarà in ambidue di 35: segno evidentissimo, che la differenza 30 si è ugualmen-

mente distribuita fra tutti due i fluidi accennati. Questa è dunque la ragione, per cui i corpi infuocati si raffreddano, e i freddi concepiscono del calore.

1387. Ciò però vuolsi intender qualora non vi sieno degli ostacoli, atti ad impedire la mentovata uniforme diffusione, e che il calorico abbia il tempo richiesto per potersi trasfonder ne' corpi; essendo noto per esperienza, che non tutt'i corpi hanno la proprietà conduttrice del calorico in ugual grado, o sia non tutti i corpi sono ugualmente atti ad esserne penetrati colla stessa facilità, e prontezza; come nè anche nella medesima dose; o per dirla in termini proprj, la capacità pel calorico non è uguale in tutti i corpi, siccome abbiam dimostrato (§. 1348). Cotesti ostacoli derivar possono dalla varia tessitura, e qualità de' corpi; dalla loro differente massa; dal diverso colore; dal differente grado di affinità col calorico, e da altre simili cagioni. Così il ferro si riscalda più facilmente che il marmo: una verghetta metallica arroventata in una delle sue cime, riscaldasi notabilmente in tutta la sua lunghezza, dovechè un pezzo di carbone rovente in uno de' suoi capi, può tenersi impunemente fralle dita pel capo opposto: un fil di ferro sottile si accalora più prontamente di una gran lamina dello stesso metallo: l'acqua del mare non ha lo stesso grado di calore a diverse profondità, siccome fu sperimentato dal Dottor Irwing, e dal Capitano Phipps, col mezzo del Termometro del Sig. Cavendish (a) nel loro viag-

(a) Cotesto strumento consiste in un lungo tubo, alto due pie-

viaggio al Polo Boreale (§. 1332). Siffatti esempj possono moltiplicarsi all' infinito: sono eglino però pur troppo ovvj, e triviali. In simil guisa i corpi di diverso colore non sono atti a riscaldarsi tutti nel tempo stesso, ed al medesimo grado; scorgendosi da' fatti, che le loro attitudini ad esser penetrati dal calorico (quando le altre circostanze vadano del pari) variano secondo l' ordine de' colori nel prisma, di cui ragioneremo in appresso. Prendete un pezzo di panno, il quale sia tinto a strisce di varj colori, talchè vi sia il blù, il verde, il giallo, il rosso, ec. bagnatelo ben bene nell' acqua; indi esponetelo al fuoco: vedrete senza dubbio, che il fuoco non opererà ugualmente su coteste diverse liste; cosichè non essendo ugualmente, e con ugual prontezza penetrate da quello, si asciugherà prima la lista di color violetto, poscia quella di color d' indaco, indi la blù; ed in ordine la verde, la gialla, quella di color d' arancio, e la rossa. Ciò combina di fatti colle scoperte di Newton, cui esporremo a suo luogo, cioè a dire, che i corpi coloriti assorbiscono la luce in maggiore, o minor

piedi, o circa; coperto tutto intorno da una corda di canape imbevuta di catrame, per renderlo poco conduttore del calorico. Il suo coperchio può aprirsi, e chiudersi facilmente sott' acqua. Messo un Termometro ordinario entro al descritto tubo, e sospesa una palla di cannone al suo fondo, fassi discender nel mare fino alla profondità, che ad altri piace. Quivi apresi il suo coperchio nel modo stabilito, acciocchè possa egli riempiersi dell' acqua, che il circonda a quella data profondità. Laonde il Termometro allogato in esso, siccome abbiam detto, non potrà indicare, se non la temperatura di quella tale acqua. A tale oggetto lo strumento cavasi immediatamente dall' acqua, e i gradi di temperatura indicati dal Termometro anzidetto possono paragonarsi a quegli altri, che veranno da esso indicati in altre profondità.

minor copia, corrispondentemente a' loro colori, e coll' ordine testè dichiarato. E poichè il nero assorbisce tutt' i raggi, ed il bianco gli riflette, e gli discaccia del tutto, si rileva concordemente dall' esperienza, che i corpi di color nero si riscaldano assai più facilmente, e concepiscono un calore più intenso de' bianchi. Un Termometro, ch' esposto direttamente a' raggi del Sole, ascese al gr. 108 di Farenheit, s' innalzò poscia al gr. 118, quando la sua palla fu tinta di nero con un po' d' inchiostro della China. Su i campi di torfa, ch' è una spezie di terra grassa di color nero, formata da un ammasso di materie vegetabili scomposte, e ridotte quasi allo stato carbonoso, di cui si fa uso in Fiandra, in Olanda ed in altri Paesi in vece di carbone, non vi si può passeggiare in tempo di state, senza risentire ne' piedi un fortissimo calore. Ne ho fatto l' esperienza io stesso nel mio passaggio da Breda ad Antuerpia, ove la detta torfa si trova abbondantissima; e ho ritrovato un gran divario tra il calor di que' siti, e quello de' luoghi adjacenti forniti d' altre terre. In alcuni Paesi freddi, ove il Sole non ha molta efficacia, tingonsi di nero le pareti, a cui sono appoggiati gli alberi a spalliera, per far sì, che quelli in se ritengano il calorico. Uno specchio ustorio di marmo nero, od anche uno di metallo, coperto di nero di fumo, si riscalda immediatamente a' raggi del Sole, quantunque non produca nel suo foco il menomo grado di calore; tutt' al contrario di quel che succede in altri specchi, i quali non son tinti di nero; poichè questi non si accalorano punto, ma facendo

 rim-

rimbalzare i raggi dalla loro superficie fanno loro produrre nel punto di riunione un calore violentissimo. Dovremmo esser da ciò pienamente persuasi del vantaggio, che le vesti bianche recar ci possono in tempo di state per tenerci alquanto guardati da' gran caldi; e conseguentemente della superiorità, che hanno a questo riguardo le vesti colorite, in tempo d' inverno.

1388. I dichiarati fatti, ed altri di tal natura ci dimostrano ad evidenza l'error di Boerhaave, il quale immaginava, che il calorico si distribuisse ne' corpi in modo tale, che la sua quantità fosse sempre proporzionale al volume di quelli, non ostante che alcuni fossero più densi degli altri; laddove costa da sperienze più recenti, ed esatte, ch' egli non vi si distribuisce nè in ragion del volume, nè in quella della massa, ma che vi dee principalmente entrare a calcolo il vario grado di affinità, che i corpi hanno con siffatto principio: il qual grado di affinità essendo il medesimo ne' corpi omogenei, come sono acqua, ed acqua, mercurio, e mercurio; ne siegue poi, che in cotesti la distribuzion del calorico si fa in ragion de' volumi; secondo l' idea di Boerhaave.

ARTICOLO IV.

Sulla natura del Calorico.

1389. TUtto quello, che abbiam narrato fin quì, non chiarisce in verun modo l' intima natura del calorico. Cosa è egli dunque questo agente sì poderoso, e così universale

sale, di cui abbiamo investigato le proprietà, non men che gli usi? E in che differisce egli dalla luce? Tratteniamoci un poco a ragionar su tal punto, non già con la lusinga di poterne rintracciar l'essenza, ma a solo oggetto di poterne acquistare qualche idea, che più si approssimi al vero.

1390. Le sentenze de' più illustri Filosofi intorno alla natura del calorico saran da noi dichiarate nella Lezione seguente; e i loro dispareri faran conoscere, che non si sa nulla di positivo su tal punto. Nè la nuova Chimica, che annovera il calorico tra le pochissime sostauze semplici, onde si suppone esser formati tutti i corpi naturali (§. 872), chiarisce cotal materia, non avendo i moderni Chimici fatto sopra ciò progressi di sorta alcuna. Raccogliendo le cose già dette, il calorico in generale sembra potersi definire essere un corpo leggerissimo, sottilissimo, penetrantissimo, mobilissimo, il più elastico, il più compressibile, cagione della fluidità, della volatilità de' corpi, e della sensazion del calore, atto a combinarsi con essi, ed a rimanervi in uno stato *latente*.

1391. E' ragionevole il credere, che il calorico fornito delle proprietà divisate, non differisca essenzialmente dalla luce, ma che sia in fatto una modificazione di quella, nascente dal vario stato, in cui si ritrova. Il calorico, libero nelle sue funzioni, colle sue particelle addensate, e non disturbate in alcun modo nelle loro attrazioni scambievoli, la cui energica forza rimanga del tutto illesa, lanciato con veemenza somma, costituisce la luce, laddove sparpagliato nelle sue particelle, mosso con una

cer-

certa lentezza relativa, e nello stato di tendere ad equilibrarsi ne' corpi, viene a formare il calorico propriamente detto; ond'è, che cangiandosi il suo stato nel modo anzidetto, ovvero rendendosi rapido, e più energico il moto del calorico, e rallentandosi quello della luce, il calorico può divenir luce, e la luce può farsi calorico. Ciocchè è molto analogo al provvido tenor della Natura, la quale moltiplica prodigiosamente gli effetti modificando in diverse guise le medesime cagioni.

1392. Laonde a tenor di questa Teoria, ecco come può concepirsi la progressione de' principali fenomeni, che la riguardano. Il calorico combinato naturalmente ne' corpi, supponiam nel Gas ossigeno dell' aria comune, e conseguentemente privo di moto, resta ivi appiattato, e non si manifesta in alcun conto. Tostochè si presenta al Gas ossigeno un corpo affine, la cui temperatura sia elevata a segno di favorire ad un grado mezzano l'attrazione di composizione (1374), corre l' ossigeno a combinarsi con quel tal corpo con una mezzana celerità; e'l calorico sprigionato, e rimasto libero in tal modo, tendendo a propagarsi colla celerità medesima; giusta le cose già dette (§. 1391), non può manifestarsi, che sotto la forma di calorico. Suppongasi ora, che l' affinità dell' ossigeno pel corpo divisato sia eccedente; accorrerà egli a combinarsi con una rapidità indicibile; ed indicibile essendo pure la rapidità, onde rimarrà svolto, e sprigionato il calorico, le sue particelle si disporranno l' una dopo l'altra in serie rettilinee, e quindi farà egli allora la sua comparsa in forma di luce.

Così

Così lo spruzzo d'una siringa ripiena d'acqua, il cui stantuffo non gl'imprima che un picciol moto, sarà del tutto indeterminato, ed irregolare; laddove spinto con grandissima velocità, vedrassi formato da globetti d'acqua disposti in serie, i quali rappresenteranno una spezie di raggio. Tale appunto sappiamo essere l'indole della luce; poichè scorgiamo alla giornata, che un raggio di essa introdotto in una stanza buja per entro ad un foro d'una finestra, scomparisce del tutto tostochè si chiude quel tal foro; non già perchè la luce resti annientata in quell'istante; ma perchè cessa di agir sopra di essa quella forza, le quale comunicandole una notabile velocità, e disponendo le sue parti in serie rettilinee, fa sì, ch'ella ci si renda sensibile in forma di luce. Dietro la scorta di siffatti lumi a me sembra di poter intendere onde avvenga, che alcuni corpi bruciano senza risplendere, com'è appunto il ferro prima d'essere arroventato; ed altri abbruciano, e risplendono nel tempo stesso.

1393. Potrebbe allegarsi una varietà di fenomeni in sostegno di questa sentenza, e noi ne riferiremo quì due, o tre in forma di esempio. Prendete una verga di ferro, e fatela stare dentro il fuoco fino a tanto che si riscaldi ben bene, e non giunga a farsi rovente, sicchè punto non risplenda. Cavatela immediatamente dal fuoco, e fatela battere rapidamente intorno intorno nel modo ordinario de' fabbri al di sopra di un'incudine. Vedrete tosto arroventarsi la verga, indi spargere un vivo splendore, ed un calore eccessivo.

1394. In questo esperimento, o che si voglia

sup-

supporre, che le parti del ferro addensate, e compresse con violenza da' colpi del martello, eccitando la forza espansiva, ed elastica del calorico, onde erano penetrate, il fanno agire con un movimento rapidissimo, o ch' altri voglia credere, che elevata notabilmente la temperatura del ferro mercè de' colpi divisati, e promossa quindi l' affinità dell' ossigeno colle sue particelle, venga il calorico a slanciarsi rapidissimamente nell' atto che l' ossigeno vassi internando colla stessa rapidità entro alla verga di ferro; dicasi pur come si voglia, sembra ragionevole, che la manifestazion della luce derivi dal rapido, ed energico sviluppo del calorico.

1395. Una pruova analoga a questa trar si potrebbe dal vago esperimento praticato in Inghilterra, e da noi riferito in altro luogo opportuno (§. 1288). Quivi i vapori dell' acqua bollente compressi gagliardamente entro una canna di archibuso, renderonla rovente in sulle prime, indi premuti ulteriormente con maggior violenza, il calorico già sprigionato divenne così intenso, e così rapido, che manifestossi sfolgorante a guisa di viva luce.

1396. Potrebbe finalmente addursi in conferma di tale idea quello stato del calorico, che fu da Scheele denominato *calor raggiante*, ossia quel calorico, che viene scagliato con tal veemenza da un gran braciere ardente, che par che ne venga lanciato a forma di raggi. Può questo riguardarsi come lo stato mezzano del calorico, ossia come quello, in cui egli vassi disponendo a far passaggio allo stato di luce. Di fatti comincia egli a mostrarne le proprie-

tà,

tà; perciocchè non solamente si propaga a guisa di raggi; ma vien riflesso eziandio da' corpi levigati a foggia di luce.

1397. Nè possono recare alcun' onta alla proposta oppinione (1391) que' fatti, che sembrano a primo aspetto contrastarla validamente; il vedere, per cagion d'esempio, che gli ossidi metallici, l'acido muriatico ossigenato, i vegetabili, ed altre sostanze simiglianti sviluppano da se a dovizia dell'aria vitale, quando son percossi dalla luce, e non ne tramandano in forza del calorico, conciossiachè a ben considerare la cosa, si trova ragion da supporre, che ciò venga originato dalla intensità prodigiosa, e dall'energica possanza della luce, di cui essendo scevro il calorico (§. 1391), non può egli produrre quel grado di scomposizione, ch' è necessario per eseguirsi la funzion divisata.

1398. Quanti argomenti potrebbonsi allegare in sostegno di questa ipotesi, e quanti altri si potrebbero addurre per confutarla! Non v' ha dubbio però, ch' ella è ingegnosa, e che fra le tenebre dell'incertezza ci somministra qualche raggio di luce.

ARTICOLO V.

Del Calore, ovvero della sensazione del caldo, e del freddo.

1399. Ciascun comprende benissimo, che tutto quello, che si è dichiarato fin qui intorno al calorico, riguarda soltanto il principio igneo, il quale abbiam detto (§. 1344), distinguersi oggigiorno dal *calore*, ovvero dalla sen-

sensazione, ch' egli genera colla sua presenza essendo in istato di libertà. Ciascuno dice, che l'aumento, o la diminuzion del calorico cagiona in noi la sensazion del caldo, o del freddo. Ma s'altri mi chiedesse com' egli operi su noi ovvero in che consista la sensazione di caldo, ch' egli produce quand' opera sul nostro corpo, e quindi la sensazione di freddo qualor cessa di operare; risponderei francamente, che le mentovate opposte sensazioni dipendono unicamente da una sorta di distrazione, cagionata nelle fibre del nostro corpo dall' insinuazione del calorico, e da una spezie di aggrinzamento, che succede nelle fibre medesime per la privazione di quello. Abbiam veduto, che il calorico dilata i corpi, ne' quali s' insinua (§. 1364.), senza eccettuarne quelli degli animali: forz' è dunque, ch' egli distragga, e si sforzi di allontanare l' una dall' altra le loro particelle. Il freddo al contrario cagiona effetti del tutto opposti. Che però io son di oppinione, che qualora il calorico distrae le fibre del nostro corpo coll' internarsi tra le parti di quelle, vi produce una sorta di solletico, il quale riesce grato, e piacevole, qualor sia moderato; laddove divien molesto, e doloroso, quando cresce di forza. Toccate assai leggermente qualunque parte del corpo coll' estremità del dito indice; vi ecciterà una spezie di solletico: premetela assai forte col dito stesso; vi cagionerà sicuramente del dolore: ed è cosa indubitata, che quantunque il dolore, e 'l piacere sieno affatto contrarj, pure i loro estremi sono infinitamente prossimi tra loro, ed insiem congiunti; poichè l' ultimo termine del piacere è il

prin-

principio del dolore, siccome lo dimostra l'esperienza. D'altronde è da riflettersi, che seguendo l'anzidetta distrazione delle fibre per l'introduzione del calorico; tostochè questo cessa di agire, oppure scema di forza, le particelle delle fibre stesse accorciansi alquanto, e si ristringono in virtù della naturale lor forza di contrazione. Siffatto ristringimento risveglia nell'anima una sensazione molesta, che chiamasi freddo, e ch'è più, o meno dispiacevole, a proporzione che il detto ristringimento è più, o meno notabile.

1400. I motivi ragionevolissimi, che mi spingono a pensare in questo modo, derivano dal riflettere, che la sensazione, ch'eccita in noi lo stesso grado di calore, è sempre relativa all'attuale disposizione degli organi del nostro corpo; ed è sempre tale, che rendesi minore a misura della minor distrazione, ch'egli viene a produrre nelle parti, entro alle quali s'insinua. Così d'altronde la sensazione del freddo riesce meno notabile a proporzione che le parti suddette sono obbligate a ristringersi meno. Volete convincervene col fatto? Fate, che una persona, la quale abbia dilatate le parti del suo corpo per essere stata vicino ad un gran fuoco, oppur dentro una stanza calda in tempo d'inverno, esca immediatamente all'ambiente; sentirà ella un freddo sensibilissimo, che la farà tremare; laddove lo stesso grado di freddo non riesce così intenso nè alla persona medesima, nè a qualunque altra, che non sia antecedentemente riscaldata a quel segno. Ognun sa che i primi freddi, ovver quelli, che si risentono ne' cangiamenti istantanei della tempera-

peratura dell'aria, come per esempio nell' improvviso spirare d'un vento di Tramontana dopo d'aver dominato per qualche tempo lo Scirocco, sono sensibili, e crudi oltre ogni credere; giusto perchè trovandosi i pori molto dilatati dal caldo sofferto, sono obbligati a ristringersi di molto per la privazione del calorico, che uscendo in parte dal corpo, anche mercè l'accresciuta traspirazione (§. 1153), si diffonde nell'aria fredda. E' cosa già decisa mercè delle osservazioni termometriche, che i freddi insoffribili, i quali sopravvengono talvolta all' improvviso in tempo di state, sono di gran lunga meno intensi di quelli, che in tempo d'inverno ci fanno parer l'aria assai temperata.

1401. Per colmo delle pruove di cotal verità sarà ben fatto di praticare il seguente esperimento. Ponete dell'acqua tiepida dentro un bacino; e cercate di far sì, che una delle mani si riscaldi ben bene presso al fuoco, nell' atto che l'altra si raffredda col toccar della neve. Essendo elleno in tale stato, immergetele entrambe nell'acqua tiepida tutt' ad un tratto, e nel medesimo istante. Sapete cosa ne avverrà? Cotesto volume d'acqua sembrerà caldissimo alla mano raffreddata, che assorbe il calorico, e risveglierà un senso di freddo nell' altra, che il tramanda, essendo assai riscaldata dal fuoco. Questo è similmente il caso dell'intenso freddo, che ci assale innanzi di scoppiar la febbre. Siccome in quell'atto siegue un sensibile ristringimento in tutt' i vasi cutanei, ci si risveglia la sensazione di un asprissimo freddo, anche in mezzo agli affannosi caldi di state,

te, malgrado qualunque sorta di copertura, che ci si possa mettere addosso. Or cotesto freddo vassi poi dileguando a gradi in virtù del successivo dilatamento, che i suddetti vasi van soffrendo per l'accresciuto moto del sangue, fino a tanto che va a degenerare in ultimo in un senso di vivacissimo calore. Non son questi dunque argomenti evidentissimi per dimostrare, che la sensazion del caldo deriva da una certa distrazione delle fibre del nostro corpo, e quella del freddo da un certo ristringimento di quelle? la prima cagionata dall'insinuazione del calorico, e la seconda dallo sviluppo di esso?

LEZIONE XXII.

Proseguimento della Teoria del Calorico.

1402. Dichiarate fin quì le proprietà del calorico, sì combinato, che libero, ed esposta la sentenza, che ci sembra plausibile per ciò che riguarda la sua natura, e la sua identicità colla luce, possiam proporre ormai le oppinioni di alcuni moderni Filosofi intorno al medesimo soggetto, le quali non dovranno aversi in dispregio, atteso ciò, che si è detto in fine del §. 1345.

ARTICOLO I.

Sentimento di alcuni moderni Filosofi intorno alla natura del Calorico, e del Calore.

1403. LE diverse oppinioni de' Fisici intorno a questo punto si possono giustamente ridurre a due classi principalissime. La prima abbraccia il sentimento di coloro, i quali riguardano il calorico come una sostanza determinata, e particolare, distinta da' corpi infocati; e l'altra si riduce alla supposizion di quegli altri, i quali non considerandolo come un essere singolare, hanno immaginato, ch'egli si produca in Natura per via di mezzi meccanici, che cagionando un certo moto violento, e perturbato nelle particelle de' corpi, fanno sì, che i medesimi convertansi in calorico, il quale per conseguenza non differisce dalle particelle de' corpi stessi. Il celebre Bacone, il Boyle, e 'l Cavalier Newton, veggonsi alla testa de' partigiani di questa tal supposizione; e le ragioni principali, onde son tratti a difenderla, derivano dal vedere, che non fa mestieri d'altro, se non se di moto per eccitare in qualsivoglia corpo calorico, e calore. I chiodi fortemente battuti, le seghe, le trivelle, ed altri simili ordigni, riscaldansi, e s'infiammano durante i lunghi lavori, siccome abbiam veduto (§. 1359). L'acciajo produce delle scintille col batter la selce.

1404. Ciò però altro non pruova, se non che il calorico esiste in tutt'i corpi, e non v' ha bisogno d'altro: se non se de' mezzi convenienti per poternelo sprigionare; uno de'quali

li mezzi abbiam già osservato essere lo stropicciamento. Come in fatti se il calorico non differisce punto dalle particelle de' corpi posto in moto, come mai sarebbe possibile, che una semplice scintilla cagionasse talvolta un orribile incendio? Per far ch'ella riducesse in fiamma una intiera selva, converrebbe assolutamente, che producesse un'azione violentissima, atta ad eccitare un moto sensibile, e perturbato in tutte le parti di quella: ciocchè è affatto contrario alle leggi della Dinamica; e per conseguenza assurdo. Di più, se il calorico non fosse un corpo di *suo genere*, come mai potrebbe egli insinuarsi, e diffondersi rapidamente entro alla sostanza di corpi durissimi? come potrebbe combinarsi colle loro particelle? come potrebbe ridurne alcuni allo stato liquido, e poscia a quello di fluido aeriforme?

1405. Egli è dunque assai più ragionevole, e del tutto consentaneo a' fatti il credere, che il calorico sia una sostanza particolare, affatto distinta dalle particelle de' corpi. Questa è l'oppinione, a cui si attiene la maggior parte de' Fisici moderni. V'ha però de' dispareri anche tra essi nello sviluppo, e nell'estensione di cotesta ragionevole idea. Nel porre in chiaro questa tal proposizione, daremo un breve ragguaglio di tuttociò, che riguarda un sì importante soggetto.

ARTICOLO II.

Nuovo Sistema di Cravvford sulla natura del Calorico, e del Calore.

1406. SOno alcuni di sentimento, e tra essi v'ha Musschenbroek, s' Gravesande, ed altri della stessa scuola, che il calorico, e'l calore sieno la stessa cosa: col solo divario, che il calorico in picciola quantità produce il calore; laddove essendo abbondantissimo, va col calore accompagnata la fiamma, Siffatto calorico, e calore sviluppansi, giusta la loro idea, da' corpi combustibili nell'atto della loro combustione. Il Signor Crawford al contrario, dotto Chimico Inglese, in una sua Opera intitolata: *Esperimenti, ed Osservazioni su'l calore animale ec.*, ch'egli pubblicò in Londra nel 1779, e che fu poi notabilmente da esso lui accresciuta, e ristampata nel 1788, cerca di stabilire un nuovo sistema su tal punto, appoggiato principalmente sull'idea, che i corpi combustibili non contengano il calorico in se stessi, ma lo ricevano dall' aria nell' atto della combustione. L'essenza di questo ingegnoso sistema, su cui ho avuto il piacere di ragionar più volte coll' anzidetto suo Autore, è quello, che quì siegue.

1407. Calore, fuoco elementare, e fuoco puro, secondo l'idea di cotesto Scrittore sono vocaboli sinonimi (a); e per essi vuolsi intendere

(a) In tutto quest' Articolo esprimeremo il calorico colle antiche voci *fuoco*, e *calore*, di cui ha fatto uso l' Autore di questa Teoria.

dere un ignoto principio, il quale entra nella composizione di tutt'i corpi. Però non tutt'i corpi (per servirmi della sua espressione) hanno la medesima capacità di contenerne, cioè a dire non tutti hanno con esso il medesimo grado di affinità; ma altri sono atti a contenerne più, ed altri meno, secondo la differenza della loro natura. Questo fuoco, o calore, che dir si voglia, non solamente è diverso dal flogisto, ma è altresì un fiero antagonista del medesimo; attesochè mercè l'azione del calore su i corpi si scema la forza della loro attrazione col flogisto, ed in virtù dell'azion del flogisto si diminuisce similmente il loro attrattivo potere col calore; dimanierachè una porzione del calore naturalmente esistente nella sostanza de' corpi come principio elementare, vien cacciata via da quelli allorachè vi s'introduce una porzion di flogisto; non altrimenti che una parte di cotesto viene obbligata ad uscirne tutte le volte che vi s'insinua una data quantità di calore. Tostochè questa ne venisse sviluppata di bel nuovo, il flogisto vi accorrerebbe nell'istante a rimpiazzare il luogo abbandonato da quella; e così a vicenda. Ciò non differisce punto da quel che siegue nella separazione dell'aria dalle terre, o dagli alcali col mezzo degli acidi, e nel riunirvisi ch'essa fa di bel nuovo nell'atto della separazione degli acidi stessi. Versate, dice Crawford, sopra d'un alcali dolce un po' di acido solforico *(acido vitriuolico)*; se ne svilupperà subito una quantità di aria fissa: fate, che il detto acido si estragga di bel nuovo dallo stesso alcali; l'aria andrà immantinente ad occupare il suo luogo.

1408. Le fondamenta di questo sistema lungi dall'essere ipotetiche, crede l' Autore essere appoggiate sopra un gran novero di accurati, e decisivi esperimenti, i quali ci dimostrano in primo luogo esser l'aria pura così doviziosa di calore, ossia di fuoco elementare, che se il medesimo non si dissipasse nell'atto, ch' ella si converte in Gas acido carbonico, ed in vapore acquoso, sarebbe sufficiente a riscaldare entrambi a un grado, che sopravanzerebbe di quattro volte l'eccesso del calore del ferro arroventato sull'ordinaria temperatura dell'atmosfera. Costa d'altronde, dic'egli, mercè il lume dell' esperienza, che qualora un corpo infiammabile sia renduto incapace, mercè la combustione, di alimentar più lungamente la fiamma per essere rimasto del tutto privo del suo flogisto (§. 1355), assorbisce avidamente una gran quantità di calore assoluto; laddove ricuperando egli la sua infiammabilità col renderglisi il già perduto flogisto, scaccia via da se una ugual quantità di calore. Per maggior chiarezza serviamci d'un esempio. L' ossido di rame contiene in se presso al doppio di calore di quel che contiene il rame stesso. Or se esponendo il detto ossido all' azion del fuoco a contatto di sostanze infiammabili, si fa sì, ch'egli si ravvivi, o vogliam dir si converta in rame, soffrirà egli immantinente una perdita della metà del suo calore: facendo ossidar il rame di bel nuovo con ispogliarlo del suo flogisto, vedrassi tosto ricuperare quella quantità di calore, ch' avea perduta dianzi. Lo stesso vuolsi intendere di altre sostanze, intorno a cui ci asteniamo di rapportarne gli esempj. Se dunque, conchiu-

chiude il detto Autore, l'aria pura è assai doviziosa di calore, il quale se ne stacca effettivamente a misura che vassi ella impregnando di flogisto; e se i corpi infiammabili assorbiscono realmente il calore a misura che il processo della combustione li va privando di mano in mano del lor principio infiammabile; natural cosa è il conchiudere, che l'aria, e non già il principio infiammabile, somministra il calore nell'atto della combustione; e che il calore, e 'l flogisto sono realmente antagonisti tra loro. Coll' applicazione di siffatto principio, dedotto da esso lui, come si è detto, da una lunga serie di bellissimi esperimenti, rende egli ragione non solo di ciò che siegue, ed accompagna la combustione de' corpi, ma eziandio della sorgente, e della conservazione del calore animale.

1409. Applicate dic' egli l'azione del fuoco libero, della luce concentrata, oppur dello sfregamento, ad un corpo combustibile, il quale per natura abbonda di flogisto, e contiene una picciola copia di calore: ne avverrà necessariamente, che il detto flogisto ne sarà sprigionato, e cacciato fuori. In conseguenza de' principj stabiliti dal Sig. Crawford aumentandosi nel corpo combustibile la capacità di assorbire il calore per lo già seguito sviluppo del flogisto (§. 1407), staccherassi quello nell' istante medesimo dall' aria atmosferica contigua a quel tal corpo, la quale a tenore de' suoi sperimenti è doviziosa di calore; e correndo verso il corpo già detto, andrà ad occupare il luogo abbandonato dal flogisto, nell' atto che quest' ultimo s' unisce all' aria, che si è spogliata del

 calo-

calore. Per la qual cosa l'aria divien flogisticata, oppur si converte in vapore acquoso, ed in Gas acido carbonico. Or se l'indicato calore assoluto comunicatosi al corpo combustibile, per esser copioso fuor di modo divien ridondante, talchè venga obbligato ad uscir da quello con grandissima velocità, si converte tosto in fiamma; e per la proprietà che ha di diffondersi uniformemente da per tutto, produce un caldo sensibilissimo tutt'all'intorno sino ad una certa distanza. Se mai un tale sviluppo si fa lentamente, talchè non si possa accumulare su'l corpo combustibile, si comunica egli a' corpi circonvicini, e si dissipa senza produrre la menoma infiammazione. Sicchè a buon conto nell'atto della combustione il calore, ossia il fuoco, viene sviluppato dall'aria, e si va ad insinuare nel corpo combustibile, a misura ch' egli si spoglia del proprio flogisto.

1410. Colla guida degli stessi principj rende egli ragione agevolmente dell'accrescimento, e della violenza, cui prende il fuoco col soffiarvi sopra per via di un mantice, o col dirigerli contro una nuova, e successiva corrente d'aria fresca; essendo cosa pur troppo chiara, che per via di tali mezzi si accresce la quantità dell'aria atmosferica intorno al fuoco, la quale contenendo in se una picciola quantità di flogisto, ed una copia grandissima di calore, è nello stato di assorbir quello, e di trasfonder questo nel corpo combustibile; cosicchè accumulandosi, e concentrandosi il calore attorno di esso, dovrà necessariamente produrre una fiamma vivacissima, e cagionare nel tempo stesso un caldo assai sensibile. E poichè dopo

po di avere un corpo combustibile bruciato per qualche tempo in un luogo perfettamente chiuso, l'aria ivi esistente divien flogisticata, e trovasi priva nel tempo stesso della sua natural dose di calore, uopo è, che la sorgente dell' infiammazione venga a mancare, e ch' egli finalmente si estingua. Questo è infatti ciò che avviene ad una candela accesa, od anche ad un corpo infocato, qualora tengasi racchiuso dentro di una capacità qualsivoglia, ove l'aria non si può rinnovare in verun modo.

1411. Or siccome l'aria deflogisticata racchiude in se una tenuissima quantità di flogisto, ed una copia grandissima di calore a fronte dell'aria atmosferica, seguir ne dee per necessità, che dovrà ella esser più atta di questa ad avvalorar l'infiammazione de' corpi, ed a mantenerla per lungo tempo, siccome abbiam veduto di fatti addivenire (§. 922).

1412. Il meccanismo, onde si sviluppa il calore animale giusta il sentimento del citato Autore, non differisce punto da quello della combustione. Imperciocchè siccome nell' atto della combustione l'aria comunica il calore al corpo combustibile, e ne riceve in contraccambio il flogisto (§. 1409); così nell'atto della respirazione il sangue trasfonde il suo flogisto all' aria, e questa gli comunica il calore. Che l'aria contenga in sè del calore a gran dovizia, vien chiaramente dimostrato da un gran novero di decisivi esperimenti (§. 1408.). Che il calore contenuto nell'aria si assorbisca dal sangue nell' atto della respirazione, si rileva da tutte quelle ragioni, che abbiam rapportato nel §. 1129, che sarà ben fatto di rileggere in questa occasione.

1413.

1413. Che nell'atto della respirazione si trasfonda dal sangue nell'aria una certa quantità di flogisto, crede l'Autore esservi parecchi fatti luminosi, che concorrono a gara a dimostrarlo; e noi ne abbiam già rapportati alcuni nel corso delle Lezioni antecedenti. Che anzi alcuni esperimenti dimostrano, che la quantità dell'aria alterata dalla respirazione di un uomo nello spazio di un minuto, pareggia quella, che si altera dal bruciar d'una candela nello stesso tratto di tempo; cosicchè da ciò si deduce, che un uomo assorbisce di continuo, e senza veruna interruzione, tanta copia di calore dall'aria, quanta se ne sviluppa da una candela, che brucia. Dietro la scorta di siffatti principj, che chiaramente dimostrano, che il laboratorio, diciam così, del calore animale consiste principalmente negli organi della respirazione, mercè di cui si trasfonde ne' viventi quel *principio vitale*, ch' è cotanto necessario alla conservazione della loro vita, ecco come ragiona il Signor Crawford intorno al modo, onde seguir dee una tale trasfusione. E' cosa dimostrata, che nell'atto della respirazione sviluppasi il flogisto dal sangue, e si trasfonde nell'aria già introdotta ne' polmoni. A tenore dunque del dichiarato principio (§. 1407), si accrescerà nel sangue la capacità di assorbire il calore, e si scemerà corrispondentemente nell'aria la capacità di contenerlo. Forz'è dunque, che il medesimo si distacchi dall'aria, e vada a combinarsi col sangue.

1414. Or siffatta copia di calore, onde il sangue s'impregna, internandosi ne' polmoni, dee necessariamente passar nel cuore per la ve-

na polmonare, e quindi diffondersi per tutto il corpo per le vie del sistema arterioso. E siccome il flogisto abbandona il sangue qualor passa pei polmoni, per unirsi all'aria, con cui ha egli maggiore affinità; così circolando quello per le arterie, il flogisto, che si sviluppa da tutte le parti del corpo, le quali tendono per natura alla putrescenza, abbandona le parti medesime per unirsi al sangue; avendo egli con questo maggiore affinità che con quelle. Ecco impertanto una cagione efficacissima, dice il Dottor Crawford, per cui il calore esser dee obbligato ad uscir dal sangue per quindi trasfondersi nelle varie parti del corpo (§. 1407); ed ecco l'origine, e la sorgente perenne del calore negli animali.

1415. Spogliato il sangue nello scorrer per le arterie del calore acquistato ne'polmoni, la sua capacità di assorbire il flogisto troverassi molto accresciuta nel passaggio, ch'egli fa nelle vene: se ne andrà egli dunque impregnando di mano in mano per iscaricarlo finalmente sull'aria introdotta nell'organo della respirazione, siccome si è già detto (§. 1412). Risulta in fatti dagli esperimenti del mentovato Scrittore, che il calore comparativo del sangue arterioso è a quello del sangue venoso, come 11$\frac{1}{2}$ a 10; e che quest'ultimo è doviziosissimo di flogisto. A stabilire fermamente questa Teoria vuolsi esser conducentissimi gli esperimenti del Dottor Priestley, onde risulta, che il color rosso vivace del sangue arterioso acquista una certa lividezza, tostochè si espone al contatto dell'aria infiammabile, o di qualunque altro fluido aereo dovizioso di flogisto;

sic-

siccome d'altronde il color livido del sangue venoso cangiasi in rosso vivace qualor rimanga esposto all'aria pura, quand'anche sì nell'uno, che nell' altro caso sia egli racchiuso in una sottilissima vescica. Co' quali risultati convengono eziandio quelli degli esperimenti del Dr. Hamilton, il quale mercè l'injezione dell'aria infiammabile nelle vene di un gatto, non solo ne accrebbe notabilmente la lividezza, ma scemò eziandio la sua tendenza al rappiglio. Se dunque il flogisto è quello, che rende il sangue di color livido; e s'egli è certo d'altra parte, che il color rubicondo del sangue arterioso acquista una certa lividezza nel passare pe' minimi vasi capillari nel sistema venoso, e quindi riacquista il suo rossore, e la sua floridezza entro a' polmoni; come mai si potrà dubitare, dice il Dr. Crawford, che il sangue s'impregni del principio flogistico nel passare pe' minimi vasi capillari entro alle vene, e che quindi se ne scarichi di mano in mano dentro a' polmoni? Dalle quali cose è necessario il conchiudere, che nell'atto della respirazione il sangue altro non fa che spogliarsi del flogisto, ed assorbir del calore; laddove durante la sua circolazione, si va di continuo spogliando di questo, ed imbevendo di quello.

1416. Dallo stabilimento de' dichiarati principj deduce il Signor Crawford in un modo assai agevole la spiegazione di parecchi fenomeni riguardanti la combustione, e il calore animale; su cui uopo è consultare la nuova edizione della citata sua Opera (§. 1112).

1417. Al riferito sistema di Crawford è analogo in qualche modo il sistema di Lavoisier,

in quanto che anche in questo il fuoco sviluppasi dall' aria, e non già da' corpi combustibili. Noi però ne ragioneremo nell' Articolo VII, ove si tratterà della combustione de' corpi.

ARTICOLO III.

Sistema di Scheele intorno alla natura del Calorico, e del Calore.

1418. MErita quì certamente d' aver luogo il recente sistema del Sig. Scheele, insigne Chimico Svezzese, pubblicato da esso lui nell'anno 1777 nel suo *Trattato chimico sull' Aria, e sul Fuoco*. Sostiene egli, che il calorico non sia un semplice, e puro elemento, qual si reputa da tutt' i Filosofi, ma bensì un misto di aria deflogisticata (cui egli denomina *aria del fuoco*), e di flogisto, insiem combinati: indi si avanza a stabilire, che se la dose del flogisto combinato coll' aria anzidetta, oltrepassa quella, ch' è necessaria per costituire il calorico, viensi a generare la luce. Sicchè dunque la luce non differisce dal calorico, se non se per la picciola quantità di flogisto, ch' ella ha di più a fronte di quello: conseguentemente dee riputarsi anch' ella un essere composto, e non già un elemento semplice, e purissimo. Finanche i diversi raggi, ond' è composta la luce, contengono in se diverse dosi di flogisto, d' onde poi dipende la varia loro rifrangibilità, come dirassi a suo luogo.

1419. L' aria deflogisticata, dic' egli, forma circa la terza parte della nostra atmosfera. Il flogisto è la parte infiammabile elementare, che pene-

penetrando la sostanza di parecchi corpi, vi si mantiene aderente con grandissima efficacia. Tra tutte le sostanze conosciute la più atta a separarnelo è la detta aria purissima, o sia vitale, con cui ha egli una grandissima affinità, specialmente qualora vi concorrono alcune favorevoli circostanze. Essendo eglino insiem combinati, ne risulta un misto elastico così tenue, e sottile, ch'è attissimo a penetrare finanche i pori impercettibili del vetro, e quindi a disperdersi per ogni verso entro all'atmosfera. Trovandosi in tale stato, costituiscono essi il calorico; e qualora s'imbattono in sostanze tali, con cui abbia il flogisto un'affinità maggiore di quella, ch'egli ha coll'aria, ne siegue immediatamente la loro scomposizione: il flogisto combinasi con quelle tali sostanze, e sparisce; l'aria ripiglia le sue proprietà originarie, e rendesi sensibile. In compruova di tuttociò risulta dagli esperimenti, che dalla combinazione del flogisto coll'aria producesi il calore; e che facendo passar nell'aria il flogisto, viensi a perdere una quantità assai notabile di cotale aria.

1420. In conferma di coteste sue idee rapporta egli diversi esempj tratti dalla Chimica, atti a provare, che le proprietà di parecchi corpi variano a proporzione della maggiore, o minor quantità di flogisto, ch'essi ammettono nella loro sostanza; come sono particolarmente l'acido solforico *(olio di vetriuolo)*, e l'acido nitroso.

1421. E' assolutamente impossibile il dare idea in un sì breve estratto dell'estensione, che il dotto Autore citato dà alla sua ipotesi;

della

della facilità, onde spiega i varj fenomeni; della varietà, e della forza degli argomenti, ond' egli si affatica molto ingegnosamente per poterla convalidare. Uopo è dunque ricorrere alla divisata sua Opera (§. 1418) per esserne appieno informato. Giunse egli a render quivi la sua ipotesi sì naturale, ed importante, che l' insigne Cavalier Bergman suo compatriotto, dopo di aver ripetuti, e verificati i numerosi esperimenti addotti in conferma di quella, asserì francamente, che il volerla riguardare come una vana sottigliezza, e 'l credersi in diritto di averla in dispregio, non può derivare da altro, se non se da una infinità di pregiudizj, e dall' essere in preda della più stupida ignoranza.

ARTICOLO IV.

Sistema di Wallerio sulla natura del Calorico e del Calore.

1422. Il Signor Wallerio, Chimico Svedese assai rinomato, sostiene con varj argomenti, che il principio infiammabile, ossia flogistico, è assolutamente distinto dal calorico. Quello difficilmente si unisce co' corpi, e non gli abbandona, se non lentamente, e con istento; questo al contrario è un principio attivissimo, sommamente mobile, e volatile, atto a penetrare agevolmente tutte le spezie di corpi, e ad abbandonarli colla stessa prontezza. I metalli arroventati possono perdere il lor calorico raffreddandosi, ma non restano privi perciò del principio infiammabile, che certamen-

mente in essi rimane, e che si sviluppa d'ordinario in forza della singolare mobilità, e volatilità della materia calorifica. Per esser questa assai fluida, e vigorosa, e perciò atta ad internarsi, come si è detto, ne' pori de' corpi i più solidi, e quindi a discioglierli, ne siegue poi, che in essa appunto risiede il principio di fluidità di tutt' i corpi.

1423. Ora il calorico, secondo le idee del citato Autore, consiste propriamente nel moto di coteste due materie distinte; cioè a dire della materia infiammabile, o flogistica, e di quella del calorico; dimodochè al minimo moto delle loro particelle si genera tosto una semplice scintillazione: se il loro moto divien più sensibile, e vigoroso, producesi l' infocamento de' corpi; e finalmente la fiamma, ove il detto lor movimento facciasi oltremodo sensibile, e gagliardo.

1424. Malgrado però cotali idee afferma l' egregio Autore, che la forza del calorico, ed il calore, non sono punto proporzionali a' rammentati gradi di movimento, scorgendosi coll' esperienza, che il fuoco di paglia, esempigrazia, benchè accompagnato da fiamma grande, e vivace, non ha la stessa forza, e non riscalda ugualmente, che il metallo arroventato, il carbone acceso, ed altre tali sostanze, il cui infocamento, e la cui fiamma sono sensibilmente minori. Pensa egli dunque, che il lor potere dipenda piuttosto dal grado di durezza, e densità delle particelle del principio infiammabile.

1425. S' innoltra Wallerio ulteriormente ad affermare, che la luce e il calorico sono due

ogget-

oggetti diversi; e le ragioni principalissime, su cui appoggia egli la sua idea, possono ridursi alle seguenti. In primo luogo la luce non ha bisogno di alcuna sorta di nudrimento, nè di materia infiammabile per potersi mantenere, come si ravvisa ne' raggi solari concentrati mercè d'uno specchio ustorio, i quali godono costantemente della stessa forza, e del medesimo splendore, la qual cosa non si può punto affermare del calorico. 2do. La luce esercita liberamente la sua azione ne' luoghi chiusi, nello spazio voto, e finanche nell'acqua a grandi profondità, ove francamente sussiste, tutt' altrimenti di ciò che accade al calorico. 3zo. finalmente il moto della luce è così rapido, e vigoroso, che scorre ella immensi tratti di spazio, come dimostreremo più innanzi, in un istante impercettibile; laddove il moto del calorico è in realtà assai più lento, e progressivo. Or tutte queste proprietà della luce evidentemente dimostrano, dic'egli, non esser ella nè infiammabile, nè calorifica, ma di una spezie particolare, totalmente distinta dalle altre materie a noi conosciute.

1426. Crede egli impertanto non essere il Sole un corpo ardente, ma bensì un globo di purissima luce, ch'è in realtà una porzione di quella, che fu creata da Dio nel primo giorno della creazione del Mondo; principio fluidissimo, ed attivissimo, ch'è la prima origine di tutti i moti, che fansi ne'corpi, e che dà il vigore, e la forza a tutte le sostanze organiche. Per la qual cosa quantunque i suoi raggi non sieno per loro natura nè calorico, nè calore, sono eglino però attissimi a produrlo col porre in moto, sviluppare, ed eccitare la

 dovu-

dovuta efficacia nelle particelle del fuoco, che trovansi appiattate nella sostanza de' corpi, oppure avviluppate, e disperse tra' vapori, e l'esalazioni in seno all'atmosfera. Questo è il modo, onde i raggi solari raccolti da uno specchio ustorio fàn divampare i corpi esposti al suo foco; e il calore non per altra ragione scorgesi dipender dal Sole, ed esser proporzionale in certo modo a' varj periodi del suo giornaliero, ed annuo cammino, se non per esser egli più o meno atto a porre in moto la materia infiammabile avvolta nell'atmosfera, e ne' corpi terrestri, a misura che fa egli una breve, ovver lunga dimora al di sopra dell'orizzonte; secondochè i suoi raggi sono perpendicolari, oppure obbliqui, e quindi più o meno addensati, e copiosi. Dal che deriva poi il vario grado di calore sì nelle diverse stagioni, che ne' climi differenti.

1427. Varie sono le ragioni, ch'egli apporta, per provare, che i raggi del Sole sono scevri ugualmente di calorico, e di calore: hanno elleno però il principal fondamento sull'osservazione già fatta, che i detti raggi non dan segno nè di calorico, ne di calore, se non quando s'imbattono in materie solide, e combustibili. Così il lor foco, quando sien essi raccolti da uno specchio, diretto unicamente sull'aria, non vi produce il menomo indizio di calore, nè di dilatazione, ne' siti, che lo circondano; attesochè le lievi piume, il fumo, ed altri corpicciuoli simiglianti collocati là presso, non vi soffrono la menoma agitazione sensibile. Di più il calor del Sole non è affatto proporzionale nè alla sua elevazione, e declinazione,

nè

nè tampoco alla diversa copia de' suoi raggi, variando egli notabilmente finanche nello stesso clima, a norma delle diverse qualità dell'aria, del suolo, della maggiore, o minore elevazione de' luoghi su 'l livello del mare. Ciò pruova, dic'egli, che i raggi del Sole non contengono in se del calore, non avendo eglino sempre, e in ogni dove la medesima forza; ma che quello deriva dalla costituzione dell' aria, dalla quantità, dalla purità, e dal vario grado di sottigliezza delle materie infiammabili, ov' essi s' avvengono. Le Cordelliere, che son montagne altissime dell' America meridionale, avvegnachè collocate sotto dell' Equatore, han le cime sì fredde, che rischierebbe di perire agghiadato chiunque osasse di salirvi. Altri esempj, e ragioni di tal sorta, atte a confermare il suo sistema, possono riscontrarsi nell' eccellente sua Opera, la quale ha per titolo: *dell' Origine del Mondo*.

ARTICOLO V.

Sistema di de Luc intorno alla natura del Calorico, e del Calore.

1428. IL sistema del Signor de Luc intorno al calorico, da esso lui esposto nell' egregio suo Trattato, che ha per titolo: *Idee sulla Meteorologia*, pubblicato in Londra nell' anno 1787, comechè convenga realmente in qualche parte con quello del Signor Wallerio dichiarato dianzi, differisce nulladimeno essenzialmente da quello. Or secondo le idee del testè mentovato illustre Autore, il calorico non

è un elemento primogenio, come comunemente si crede, nè una sostanza indestruttibile, ma bensì un composto di luce, che gli serve di fluido deferente, e d'una sostanza puramente grave, ch'egli denomina *materia del Fuoco*.

1429. La materia di questa sostanza *isolata* è ignota: si sa però, che combinata ella colla luce, viene a formare il calorico, pel cui mezzo la luce entra nella composizione di quasi tutte le sostanze, ed è osservabile, ch'ella si distacca dalla luce per virtù d'una semplice compressione.

1430. L'ignota sostanza, con cui la luce è combinata nel calorico, la priva dell'esercizio della sua facoltà distintiva, qual è quella di produrre la chiarezza, ossia lo splendore; conciossiachè dalla loro chimica unione risulta un composto, il quale in vece di seguire una sola, e semplice direzione nel suo movimento, la va cangiando di continuo, cosicchè descrive un sentiere tortuoso, ed in certo modo spirale. Da siffatto cangiamento derivano poi non solamente delle differenze nell'esercizio delle facoltà, che possedeano i due fluidi separati nello stato di libertà, ma risulta eziandio un'alterazione notabile di affinità, e di fenomeni singolari, attesochè quelle del calorico sono differenti da quelle della luce. Sicchè dunque siccome la luce combinata chimicamente col calorico, e con altre sostanze, si sottrae alla vista, e non ricomparisce altrochè nella scomposizione di quelle, così il calorico d'altra parte si sottrae, oppur si rende discernibile al Termometro, a norma delle varie composizioni, o scomposizioni, che viene a soffrire. La

luce

luce libera, che attraversa rapidamente parecchie sostanze, con cui non ha ella veruna affinità; vien poi ritenuta in tutto, od in parte da moltissimi altri corpi, co' quali l' affinità è più, o meno sensibile; come sono appunto i corpi opachi, cui ella per la ragione addotta è incapace di penetrare, comechè le sue particelle sieno più tenui di quelle del fuoco: ma quand'ella è all'opposto combinata col calorico rendesi atta a trapassar tutt'i corpi, giacchè veggiamo, ch'effettivamente il fuoco vi penetra da per tutto. In simil guisa si scorge, che la luce trapassa liberamente il ghiaccio, cui il calorico non attraversa punto, tranne lo stato, in cui quello cominciasi a liquefare: il qual divario proviene certamente dal cambiamento di affinità, che la luce ha sofferto mercè la sua combinazione col calorico.

1431. E' il calorico capace per sua natura di un determinato grado di densità, a cui quand' egli sia giunto, comincia immantinente a scomporsi in qualche parte. Il grado adunque di densità, che può dirsi il massimo, è l' *incandescenza*; nel qual caso soltanto produce il calorico de' fenomeni fosforici; e ciò si fa perchè le sue particelle addensate fino a quel segno divengono sì vicine l' una all' altra, che quelle, che costituiscon la materia del calorico propriamente detta (§. 1428), si uniscono insieme, ed abbandonano, e lascian quindi scappar via le parti della luce.

1432. I raggi solari non sono *calorifici*, ma semplicemente *fosforici*, siccome crede Wallerio (1426); che val quanto dire, che il calore da essi prodotto non procede immediatamente da

 loro

loro medesimi; ed in conseguenza ch' essi non sono calorico. E se veggiam non ostante, ch' essi riscaldano, ciò avviene in due modi: cioè a dire accrescendo l' espansibilità del calorico già esistente in uno stato libero, o formandone del nuovo: il che segue allorachè essi s'imbattono nella materia del fuoco in certe date combinazioni, che permettono loro di associarvisi, e di produrre così del calorico.

1433. I raggi solari formano probabilmente nell' atmosfera una parte del nuovo calorico, che dee rimpiazzar quello, chr distruggesi di continuo, non solamente in tutt' i fenomeni fosforici sensibili di cotesto fluido, ma eziandio in quelli, che non son discernibili a noi per la loro debolezza. E poichè lo stato dell' atmosfera non solo è differente in diversi luoghi, ma sovente si cangia nel sito stesso; da ciò deriva la diversa temperatura dello stesso luogo nelle varie ore, e nelle differenti stagioni.

1434. Il nuovo calorico formasi principalmente negli strati inferiori dell' atmosfera; d'onde nasce, che gli strati superiori sono più freddi degl' inferiori, quantunque quelli sieno attraversati da ugual somma di raggi diretti, e riflessi. E poichè gli strati inferiori, a seconda della natura del suolo, possono contenere più calorico in un Paese, che in un altro, s' intende facilmente perchè in Paesi diversi, comechè situati nella stessa latitudine, possono regnare temperature differenti.

1435. Siccome la chiarezza, o splendore, è l'effetto di una sostanza, che dicesi *luce*, in quanto che agisce sull'organo della vista; così il calorico è una sostanza, la quale essendo libera,

bera, produce un effetto distinto, che dicesi *calore*. Sicchè il calore astrattamente considerato non è, che il *grado attuale della forza espansiva del calorico*, a cui debbonsi attribuire gli effetti meccanici del calorico stesso; ed il segno visibile dell'azion sua è la dilatazione delle sostanze, che il calorico investe. Il calore dunque de' corpi è proporzionale all'attuale forza espansiva del calorico, e non già alla sua densità, ossia alla sua quantità nello stesso spazio; perciò quantità uguali di calorico, che non esercitano lo stesso grado di forza espansiva in tutte le sostanze, non vi producono lo stesso grado di calore. Dal che poi deriva, che sostanze eterogenee, comechè della medesima temperatura, possono contenere diversa quantità di calorico libero; e che una doppia, o tripla elevazione del Termometro non sempre indica una doppia, o tripla quantità di calorico in quelle tali sostanze.

1436. Cotesta forza espansiva del calorico, che determina, come si è detto il grado di calore, dipende da due diverse circostanze, che sono la *quantità* del calorico stesso, e la *rapidità* del suo moto. Se la quantità del calorico sarà sempre la medesima, avrà egli maggiore, o minor grado di forza espansiva, a misura che le sue particelle si muoveranno con maggiore, o con minore velocità; e siffatta velocità sarà più o meno notabile, a norma della lunghezza dello spazio, che le particelle ignee saranno nella libertà di scorrere per entro a' a' corpi; inguisachè le sostanze, in cui le particelle del calorico sono arrestate più sovente nel lor corso, nasca ciò dalla forma, oppur

 dalla

dalla picciolezza de' loro pori, diconsi avere maggior *capacità pel calorico*: ciocchè torna allo stesso che il dire, che vi fa mestieri di una maggior quantità di calorico per poter generare il medesimo grado di calore, per cagione della minore azione, che le sue particelle sono nel caso di potervi esercitare. Così, per cagion d'esempio, dirassi, che l'aria ha minor capacità pel calorico di quel che abbia il ferro; imperocchè avendo le particelle del calorico uno spazio maggiore nell'aria per potersi muovere; la stessa quantità di calorico vi esercita maggior forza espansiva che nel ferro, i cui pori sono meno numerosi, e più ristretti. Nell'aria dunque farà mestieri di una minor quantità di calorico per poter produrre lo stesso grado di calore. Dal che si deduce esser tale la natura del calorico, che può egli produrre differenti gradi di calore in varie sostanze, non ostante che si ritrovi egli diffuso in quelle nella stessa quantità proporzionale.

1437. L'intiero complesso di cotal sistema ponderato maturamente rinviensi ingegnosissimo; e la spiegazione de' fenomeni par che derivi da esso nella maniera la più semplice, e naturale, che non lascia di esser nel tempo medesimo egualmente ingegnosa, e soddisfacente.

1438. Eccoci con ciò al termine della breve narrazione de' principali sistemi ideati a tempi nostri intorno alla natura, ed a' fenomeni del calorico, e del calore. Ciascuno di essi, prima che da Lavoisier fosse stata bandita la Teorìa flogistica, credeasi appoggiato sopra sode, e ragionevoli fondamenta: Ciò non ostante però, v' ha in tutti delle idee pregevolissime.

me. Anche la sentenza da noi proposta nel §. 1391 intorno alla natura del calorico, dee riguardarsi come una semplice ipotesi al par di tutte le altre, che sonosi escogitate fin oggi su questo particolare. Per la qual cosa Mr. Seguin, che ha fatto delle profonde investigazioni su tal punto, francamente asserisce, che nello stato attuale delle nostre cognizioni non si dee escludere veruna delle oppinioni riguardanti la natura del calorico, ma far uso di quella, che sembra la più confacente alla spiegazione de' fenomeni.

ARTICOLO VI.

Della Combustione, e de' fenomeni, che l' accompagnano.

1439. E' Osservazione costante, che il fuoco non può sussistere senza il contatto dell' aria. Ponete un carbone rovente, o una candela accesa sotto il Recipiente della Macchina Pneumatica: votatelo bene d' aria; e vedrete, ch' entrambi si spegneranno nell' istante. Disponete nel Recipiente suddetto l' ordigno conveniente per far sì, che una selce venga quivi percossa dall' acciajo, oppur che si applichi il fuoco ad un po' di polve da sparo: nè questa si accenderà, nè la selce caccerà la menoma scintilla. Or questi fatti dimostrano ad evidenza, che la presenza dell' aria è assolutamente necessaria per la combustione de' corpi, siccome la è per la respirazione degli animali, ch' è pur essa una spezie di lenta combustione.

1440. Dî più è cosa indubitata, che l' aria contribuisce materialmente alla combustione de' corpi; poichè un dato suo volume, racchiuso dentro d' un Recipiente, ov' arda, suppongasi una candela, trovasi sensibilmente minorato, posciachè quella si è spenta. A ciò si aggiugne, che il grado della combustione trovasi sempre proporzionale non solo alla quantità dell' aria circostante, ma eziandio al grado della sua purezza; e noi abbiam già veduto esser ella incomparabilmente promossa dal Gas ossigeno (§. 922).

1441. Finalmente scorgesi da' fatti esser legge costante, che i corpi bruciandosi aumentano sensibilmente di peso. Ciò che mette questa verità nell' aspetto il più luminoso, è senza dubbio l' ossidazion de' metalli, (§. 878), che val quanto dire la loro combustione. Supponiamo, che prendansi due libbre, e mezzo di stagno, e si riducano in ossido, si troveranno elleno accresciute di circa sett' once di peso dopo seguìta l' ossidazione. Un' oncia di mercurio vivo si è trovata accresciuta talvolta di 40 grani coll' essersi ossidata. Una libbra d' antimonio, ossidato con uno specchio ustorio, si accrebbe della decima parte del suo peso totale; e così s' intenda d' altri metalli, che da parecchi Chimici sono stati messi più volte ad un tale cimento. E quantunque sembri, che ciò non si avveri in que' corpi, che sono oltremodo combustibili, e volatili, le cui particelle dissipandosi in tutto, o in parte nell' atto della combustione, fan sì, che non vi sia alcun residuo, oppur che il medesimo trovisi poscia assai più leggiero; tuttavolta però, quando la

loro

loro combustione facciasi in maniera, che tuttociò, che n'esala, possa raccorsi nel modo conveniente, ed assoggettarsi alla bilancia; la dichiarata verità trionfa similmente in cotal genere di corpi. Riuscì di fatti in tal modo al Signor Lavoisier di provare, che sedici once di spirito di vino acquistarono mercè la combustione due once di peso.

1442. La natural difficoltà, cui seco porta la spiegazione di cotesto fenomeno, trasse i Fisici de' varj tempi in parecchie insussistenti, e stranissime oppinioni. Chi ne attribuì la cagione ad un principio acido internato ne' metalli nell' atto della calcinazione, o ossidazione, che dir si voglia: chi fece derivare il lor peso accresciuto dalle parti fuliginose, o d' altra indole simigliante, che supponeva introdurvisi nell' atto stesso: vi fu chi lo credè originato dalla mancanza del flogisto, che s' immaginò svilupparsi da' metalli durante l' ossidazione, il qual flogisto essendo volatile per sua natura, pretendeasi che debba rendere i corpi più leggieri: e v' ha finalmente di coloro, che ne assegnano altre cagioni. Il dileguare siffatti dubbj era riserbato all' ingegnoso, ed indefesso Signor Lavoisier dell' Accademia di Parigi, il quale istrutto da' pensieri di Hales, e di Rey su questo punto; ed osservando, che nella riduzion de' metalli seguiva una spezie di effervescenza, s' indusse a credere, che si sviluppasse da quelli in tale atto qualche principio aeriforme, e che al medesimo si dovesse attribuire quel tale aumento di peso ne' loro ossidi. Che però usò egli tutta la diligenza possibile per farne la riduzione in modo, che il fluido ela-

elastico da essi sviluppato si potesse agevolmente raccogliere, e quindi porre al cimento. Il risultato si fu, che si trovò esser egli Gas acido carbonico, il cui peso uguagliava perfettamente l'eccesso del peso dell'ossido al di sopra del metallo, da cui s'era egli prodotto; ed in conseguenza si deduce, che il suo peso accresciuto deriva unicamente dalla porzione dell' aria, ovvero dall'ossigeno, cui egli assorbisce nell' atto dell' ossidazione: il qual ossigeno unito poscia al carbonio, che si sviluppa dalle materie infiammabili, che adoperar si sogliono nella riduzione (§. 1355), si converte in Gas acido carbonico, a tenore di ciò, che si è da noi altrove dichiarato (§. 1013). Conciossiachè tutte le volte, che una tal riduzione si faccia, come dicesi da' Chimici, *senza addizione*, ossia per virtù del solo fuoco, senza l' intervento di alcun principio infiammabile, siccome praticò egli con l' ossido rosso di mercurio (*precipitato di mercurio*) la mentovata aria raccolta trovasi essere Gas ossigeno purissimo (§. 1108). Varj esperimenti dell' indicata sorta sono stati poscia ripetuti, e variati dal Signor Bayen; e i risultati, che ne ha ottenuti, sono stati sempre i medesimi di quelli di Lavoisier.

1443. La considerazione de' fatti importantissimi fin quì rapportati ha indotto, non ha guari, il Signor Lavoisier ad immaginare un nuovo sistema concernente alla combustione, e quindi a sostituire la Teorìa Pneumatica alla Teorìa Stahliana del flogisto. E' egli dunque di avviso, che la combustione avvenga in conseguenza della scomposizione dell' aria. Essendo questa formata di Gas ossigeno, e di Gas azo-

to

to (§. 1103); sempre che presentasi all' aria un corpo combustibile, ossia un corpo, le cui particelle attraggono il Gas ossigeno con forza superiore a quella, ond'esso è combinato col calorico, ne segue, che l'ossigeno, base del detto Gas, corre avidamente a combinarsi con quelle, e lasciando libero il calorico, vedesi questo divampare, e risplendere all'intorno del corpo combustibile a misura che l'ossigeno viene assorbito, e vassi combinando colle particelle di quel tal corpo, e così vi cagiona la combustione. Di qui è, che il peso de' corpi bruciati aumentasi notabilmente, come si è detto (§. 1441), e tanto maggiormente, quanto è maggiore l'affinità, ch' essi hanno coll' ossigeno divisato. Che però tutti que' corpi, che nella Teorìa Stahliana diconsi combustibili perchè doviziosi di flogisto, come son le resine, gli olj, i bitumi, le materie vegetabili secche, ed altre simiglianti, giusta la Teorìa Pneumatica non sono che sostanze, le quali avendo una grandissima affinità coll'ossigeno, scompongono l'aria, ed assorbendone il detto principio, rimangono libero il calorico, e la luce, e lo fan divampare. Sicchè dunque a buon conto la Teorìa Pneumatica è assolutamente l' inversa della Teorìa Flogistica; conciossiachè laddove in questa il principio infiammabile svluppasi da'corpi combustibili, che in se lo contengono, e quindi diffondesi nell' aria, in quella all' opposto il detto principio, ovvero il calorico, svolgesi dall' aria, e circonda i corpi nell' atto che quelli vanno assorbendo l'ossigeno.

1444. Ma poichè le particelle de'corpi combustibili tengonsi strette insieme in forza dell' attra-

attrazione di aggregazione, che forma la lor naturale coerenza *(a)*, non può agire in verun modo l' attrazione di composizione, ovvero quella, che trae l'ossigeno dell'aria. a combinarvisi. Perciò affinchè la combinazione dell' ossigeno, e quindi la combustione abbia luogo, fa mestieri assolutamente, che la temperatura del corpo combustibile si elevi in qualche modo, accostandogli comechè sia il fuoco libero; perchè così insinuandosi questo tra le particelle di quello, e disgiugnendole fino a un certo segno, vengasi a diminuire l' attrazione di aggregazione, o sia la loro coerenza, e quindi divenga superiore e prevalente l'attrazione di composizione, ovvero quella, onde l' ossigeno dell'aria vien tratto a combinarvisi; essendo pur vero, siccome abbiamo altrove spiegato (§. 1374), che coteste due spezie di attrazione sono in ragione inversa l'una dall' altra. Saggio provvedimento della Natura, poichè se ciò non fosse, tutti i corpi combustibili si sarebbero da lunga pezza affatto bruciati spontaneamente, e non vi sarebbe ora alcun vestigio di essi in veruna parte del Mondo.

1445. Tostochè l'applicazione del calorico libero, avendo promossa la combinazione nel modo già detto, ha eccitata la combustione, lo stesso calorico, che sprigionato dal Gas ossigeno circonda, e divampa intorno a' corpi accesi, prosiegue a mantenere elevata la lor temperatura, e in conseguenza serba sempre viva, e permanente la superiorità dell' attrazione di com-

(a) Veggasi la Nota della pag. 155.

composizione; sicchè proseguendo sempre l'ossigeno ad accorrere, ed a combinarsi col corpo combustibile, continua la combustione, fino a tanto che il corpo combustibile ne sia saturato pienamente. Se poi accade per avventura, che il calorico svolto dall'ossigeno non sia sufficiente a serbare la temperatura già detta, allora la combustione o si spegne del tutto, ovvero progredisce molto languidamente.

1446. Abbiam detto altra volta, che l'ossigeno non ha ugual grado di affinità con le particelle di tutti i corpi, ma ch'ella è varia secondo la lor differente natura. Da un tal principio derivano de'fenomeni essenziali, che il Fisico non dee ignorare per conseguire un'adeguata idea di questa materia. Qualora l'affinità dell ossigeno con un corpo combustibile qualsivoglia è al massimo grado, corre egli a combinarsi rapidamente, ed in grande abbondanza, abbandona tutto il calorico, che tenealo disciolto in istato aeriforme, la combustione è rapidissima, la fiamma è ampia, e vorace, lo splendore vivacissimo, il calore vivo, e penetrante, e l'ossigeno puro, ed isolato va a consolidarsi in sì fatta guisa col corpo combustibile, che non se ne può più svolgere che a grande stento, ed elevando ad un grado massimo la temperatura di quel corpo istesso, con cui egli trovasi già combinato. D'altronde accorrendo egli a combinarsi con altri corpi in forza di un'affinità assai lieve, il suo progresso non può esser che lento, e similmente languida la combustione, il calore è debole, il calorico, che lo investe, non se ne sprigiona intie-

intieramente (*a*), sicchè va egli a combinarsi con que' tali corpi quasi nello stato di Gas, ed in copia assai tenue, la sua aderenza per tal fine è molto lieve, e basta un picciolo accrescimento di temperatura, e talvolta la semplice azion della luce, per poternelo sprigionare, e far sì, che que' corpi divengano combustibili di bel nuovo. Ove finalmente avvenga, che l' affinità dell' ossigeno con qualsivoglia corpo combustibile sia ad un grado qualunque intermedio fra il massimo, e 'l minimo, che abbiam supposto di sopra, i divisati fenomeni, che ne seguiranno, saranno proporzionali alla gradazione rispettiva dell' affinità indicata. Ecco i principj, d' onde nasce la distinzione, che fanno i Fisici tra la *combustione rapida*, e la *combustione lenta*, e sì pure la spiegazione de' fenomeni, che quindi ne derivano.

1447. Quì però pria d' innoltrarci maggiormente uopo è avvertire, che quantunque non si dia luogo alla combustione salvochè in forza della precipitazione dell' ossigeno dell' aria, o vogliam dire della sua combinazione co' corpi combustibili, nulladimeno però qualora certi corpi vengono stropicciati gagliardamente, talchè si ecciti nelle loro particelle integranti un vivo movimento di vibrazione, come succede per ragion di esempio facendo girar rapidamente intorno mercè di un archetto una ca-

vec-

(a) La differente quantità di calorico, che svolgesi dal Gas ossigeno nell' atto della sua combinazione colle varie spezie di corpi, ossia nell' atto della precipitazione dell' ossigeno suddetto, si è rinvenuta evidentemente da' Chimici per mezzo del Calorimetro. Veggasi il §. 1350.

vicchia di legno conficcata in un foro d' un altro legno (§. 1359); in tal caso la forza vibrante delle divisate particelle dee per necessità slanciar fuori del corpo quella quantità di calorico, che vi si trova naturalmente intromesso, e frapposto; e questo non può che dar principio alla combustione: ben vero però, che elevando egli immantinente la temperatura di quel tal corpo, dà tosto luogo all' attrazione di composizione dell' ossigeno dell' aria, il quale accorrendo con prontezza nel modo spiegato di sopra, prosiegue poscia ad operar la combustione secondo i principj della dichiarata Teoria generale (§. 1443).

1448. Cotesta general Teoria concernente alla combustione ha luogo parimente ne' metalli, che sono combustibili anch' essi: elevati ad una certa temperatura scompongono anch' essi l' aria, ne attraggono l' ossigeno, che vi si va a combinare più o meno abbondantemente, in istato di maggiore, o minor solidità, secondo la lor differente natura; si riscaldano, generano fiamma, e calore, e quindi si ossidano mercè l' ossigeno, che assorbono, ovvero divengono acidi aumentandosi la quantità dell' ossigeno divisato; perdono il lor colore brillante, la loro duttilità, ed altre proprietà di tal fatta, ond' erano pria caratterizzati, divengono simiglianti in certo modo ad un masso di terra, ed acquistano un peso considerabile, cagionato dall' ossigeno, che vi si è combinato, siccome si è riferito nel §. 1441, e *segu.*

1449. Spogliati poscia i metalli dell' ossigeno, che aveano assorbito durante la loro ossidazione, tutte le proprietà caratteristiche, ch' eran-

si involate, cioè a dire il color brillante, la duttilità, ed altre simili, ritornano di bel nuovo, divengono essi nuovamente combustibili quai furono prima, si ravvivano in somma, e 'l lor peso diminuisce di tanto, quanto è quello dell' ossigeno, che se n' è sprigionato (§. 1442).

1450. Or non son questi argomenti luminosissimi per riconoscere quanto vadano errati coloro, i quali adducono gl' indicati aumenti di peso per dimostrare la gravità del calorico, siccome han fatto Boyle, Musschenbroek, s' Gravesande, Lemery, e tutti gli altri, che gli hanno seguiti (§. 1382)? Gli argomenti medesimi ci forniscono eziandio d' una pruova manifestissima della falsità dell' oppinion di coloro, i quali francamente asseriscono, che l' aria non è altrimenti necessaria al mantenimento del fuoco, e della fiamma, se non se per l'effetto, ch' ella produce di tenere insiem congiunte, e condensate le particelle del fuoco; le quali altrimenti per cagione della loro volatilità si andrebbero a dissipare.

1451. Or s' egli è vero, che il Gas azoto, ch' è l' altra porzione costitutiva dell' aria, non ha veruna influenza nella combustione, come neppur nella respirazione, che son le due funzioni principalissime, a cui l' aria è destinata, perchè mai la Natura ve l' ha profuso in tanta dovizia, che ne forma i tre quarti, o circa? Per lo scioglimento di un tal quesito uopo è rileggere il §. 1118.

1452. Premesse cotali dottrine, ci si offre la strada a poter agevolmente spiegare qualunque fenomeno, che riguarda la combustione.

S' intende, per cagion d' esempio, perchè il Gas ossigeno animi cotanto la combustione in preferenza dell'aria atmosferica (§. 922); percioccchè essendo egli, quivi nello stato di purezza, e scevro da qualunque legame di combinazione, può accorrere più liberamente, ed in maggior dovizia a combinarsi co' corpi combustibili. Si comprende in secondo luogo perchè il soffio continuato dell'aria, prodotto dal vento, o pur dall' agitazione di un mantice, sia tanto valevole ad eccitare, ed a promuover la combustione. In tal caso ognun vede, che spingesi contro i corpi combustibili già infiammati una corrente d' aria alquanto addensata in forza del soffio, per conseguenza una maggior quantità di ossigeno in un dato tempo, il quale dovrà necessariamente sviluppare una maggior quantità di calorico, e di luce. Per questa stessa ragione il fuoco, e la fiamma veggonsi più vivaci, e si consumano più sollecitamente ne' tempi freddi, e sereni d' inverno, allorachè l'aria è notabilmente più densa. E' falsa dunque la general credenza, che il soffio produca il mentovato effetto con agitare le parti del calorico. Quanto sia ciò insussistente vien chiaramente dimostrato dallo scorgersi, che per quanto altri soffi con violenza contro il cono di luce, il quale rimbalzato da uno specchio ustorio, fa divampare i corpi collocati nel suo foco, non si può giammai produrre in esso la più lieve agitazione. Il soffio dunque non ha la menoma azione sulle particelle tenuissime del calorico puro: e se mai scorgiamo alla giornata, che la fiamma della candela, oppur quella, che si genera ne' nostri cammini, viene spinta dal

soffio dell' aria secondo tutte le direzioni, non è che il soffio abbia presa su 'l calorico; ma ciò dipende dall' agitazione, cui soffrono le particelle de' corpi combustibili volatilizzate dal calorico stesso; le quali per conseguenza portan seco quà, e là le particelle ignee, che vansi di mano in mano sviluppando dall' ossigeno dell' aria. Aggiugnete, che se il soffio dell' aria rendesse il calorico più attivo in virtù dell' agitazione, non vi sarebbe ragione, per cui il Gas ossigeno riuscir dovesse di gran lunga più efficace dell' aria comune per produrre il medesimo effetto (§. 922), e 'l Gas azoto, ò il Gas acido carbonico, cagionar dovesse un effetto contrario.

1453. La Teorìa già esposta (§. 1443) chiarisce in simil guisa il gran fenomeno dell' alterazione sensibile, cui soffre l' aria nell' atto della combustione, ritrovandosi ella dappoi non solamente diminuita di assai, ma sì pure disadatta alla respirazione, o ad altra combustione. Gli antichi, i quali supponevano, che nell' atto della combustione si svolgesse del flogisto da' corpi combustibili, la diceano *flogisticata*: Or egli è evidente, che non potendosi operar la combustione senza la scomposizione dell' aria, e senza che l' ossigeno della medesima venga assorbito dal corpo combustibile; la massa d' aria, ch' è servita alla combustione, debbesi trovar diminuita sensibilmente; e ridotta o in tutto, o nella massima parte in Gas azoto, ch' è l' altro principio costituente l' aria, e perciò non più atta ad operare altra combustione. E poichè abbiàm dimostrato (§. 1124), che la respirazione non è, che una lenta combu-

bu-

bustione, separandosi anche in quell' atto l'ossigeno dall' aria; è similmente manifesto, che l'aria adoperata nella combustione è sì pure disadatta alla respirazione, ed a vicenda. Oltre a che fa d' uopo rammentarsi, che nella scomposizione di tali corpi il carbonio rimasto libero va a combinarsi con l'ossigeno dell'aria, e quindi forma del Gas acido carbonico, ugualmente disadatto alla combustione, ed alla respirazione.

1454. Facendo uso della Teorìa medesima spiegasi pur facilmente onde avvenga, che l'acqua gettata in picciola quantità sopra di un grande ammasso di carboni, o di legna, che stian divampando, lungi dallo spegner la fiamma, rendela vigorosa, e fremente oltre misura. Siccome l'acqua è un composto di ossigeno, e d'idrogeno (§. 1256); e 'l carbonio elevato ad un'alta temperatura trae a se avidamente l'ossigeno; gettando dell' acqua sul carbonio, che divampa, ne vien questa immediatamente scomposta: il carbonio traendo a se l'ossigeno di essa, rende più poderosa, e più rapida la combustione; l' idrogeno rimasto libero, ed investito dal calorico, cangiasi in Gas idrogeno; e l' ossigeno anzidetto dopo di aver servito alla combustione, si combina col carbonio, e prende anch' esso lo stato aeriforme, cioè a dir quello di Gas acido carbonico. Per la qual cosa bisogna guardarsi bene dal gettare delle picciole quantità di acqua sopra di un vasto incendio, come altresì su grandi masse d' olio, di sego, di pece, o di qualunque sorta di bitume, a cui siensi appiccate largamente le fiamme; perciocchè per le ragioni addotte, sareb-

rebbe lo stesso che fomentarle, e renderle di gran lunga più rapide, e voraci.

1455. Coll' ulteriore applicazione di questi stessi principj si possono agevolmente spiegare tutti gli altri fenomeni riguardanti la combustione, talmentechè giudichiamo cosa superflua il trattenerci a ragionar più lungamente su tal particolare.

1456. Anche la fosforescenza vien riguardata da' novelli Filosofi come un effetto della combustione. E cosa notissima, che i legni putridi, i pesci stantìi, le lucciole, la pietra di Bologna, le ostriche calcinate, e parecchie altre sostanze risplendono al bujo. Si attribuisce questo fenomeno all' assorbimento dell' ossigeno dell' aria, che van facendo con infinita lentezza le sostanze divisate, e quindi allo sviluppo del calorico, e della luce, che succeder dee in conseguenza (§. 1443); si riguarda in somma come un effetto di una lentissima combustione. Non v' ha dubbio esser questa sentenza assai plausibile: nondimeno però io son di oppinione, che alcune spezie di *fosfori*, quai sono il diamante, il carbonchio ec., che risplendono fra le tenebre, l' occhio del gatto, e del lupo, che di notte sembrano fiaccole accese, posseggono la qualità di assorbir la luce, e quindi di slanciarla dalla loro sostanza.

1457. L' illustre Macquer considerando da una parte le sode fondamenta, su cui credeva egli da lunghi anni essere appoggiata la Teoria flogistica; e ben vedendo d' altronde doversi assolutamente tener conto della influenza, che ha l' aria nella combustione de' corpi, ciocchè per altro erasi trascurato dal celebre Stahl; si inge-

ingegnò di perfezionare ulteriormente l'indicata Teorìa ponendo a profitto le nuove invenzioni di Lavoisier; e riuscivvi con tal felicità, che non havvi fenomeno della combustione, che spiegar non si possa colla maggiór semplicità possibile, ed in un modo soddisfacente mercè i principj da esso proposti. Credè egli impertanto, che i mezzi altrove indicati (§. 1359) non sono sufficienti da se soli per isviluppare da' corpi la materia del fuoco, ossia il flogisto, ch' egli giudicava esser con essi combinato; e quindi che l' aria contribuisca co' detti mezzi a sprigionare efficacemente il flogisto da' corpi combustibili, facendo in tale occorrenza l' uffizio di precipitante; dimanierachè cacciandone fuora mano mano il flogisto, passa ad occupare il luogo abbandonato da quello, donde deriva poscia l' aumento del peso ne' corpi bruciati. E poichè le arie flogisticate, ed impure, non son punto atte a mantener la combustione; rendesi manifesto, che il dichiarato uffizio viene ad eseguirsi soltanto dall' aria deflogisticata purissima (*Gas ossigeno*), di cui esiste sempre una certa quantità nell' aria atmosferica.

1458. Egli è tanto vero, dicea egli, che l' aria fa nella combustione l' uffizio di precipitante, assolutamente necessario a svolgere il flogisto da' corpi combustibili per quindi occupare il luogo abbandonato da quello; che la calcinazion de' metalli (*l' ossidazione*) non può riuscire in vasi chiusi, ove manca l' aria, ch' eseguir dee la detta operazione: e se mai avvien talora, che s' incominci a fare quivi la calcinazione, ciò deriva unicamente da quella pic-

ciola quantità d'aria, che trovavasi già racchiusa ne' vasi; la quale essendo consumata, la calcinazione non può poscia proceder più oltre.

ARTICOLO VII.

De' Termometri, e della loro diversa costruzione.

1459. Rintracciatasi da' Filosofi la proprietà, che ha il calorico di dilatare i corpi, ne' quali s'interna; ed osservatosi, che i corpi fluidi, attesa la lieve coerenza delle loro particelle, sono più soggetti al dilatamento mercè lo stesso grado di calorico; si avvisarono eglino di costruire uno stromento, il quale essendo atto a far rilevare i diversi gradi di espansione di qualche fluido nelle diverse circostanze, indicasse così i differenti gradi di calorico, che regnano nell' atmosfera in diversi tempi, oppur la temperatura d'un corpo qualunque. Questo è ciò, che dicesi *Termometro*, che altro non vuol significare in greca favella, salvochè *misura del calore* (a).

1460. La prima idea fu quella di servirsi a tal uopo dell' aria, su la considerazione d'esser ella capace di dilatarsi notabilmente in virtù d'un leggiero calore. Quindi è, che presosi un tubo di vetro guernito in cima di una palla, s'immerse nel liquor colorito contenuto in un recipiente, siccome vien rappresentato dalla qui an-

(a) La voce Termometro è composta dalle due voci greche θερμος *thermos* calore, e μέτρον *metron* misura.

annessa Figura. Cacciata fuori un po' d' aria dalla palla A, e dal tubo A B, mercè della rarefazione; tostochè la rimanente si addensa per l' attuale temperatura dell' aria esteriore, il liquore contenuto in C D monta alquanto su pel tubo in forza della pression dell' atmosfera. In tempo della mezzana temperatura di cotesta, si noti, per esempio, il punto E, a cui trovasi elevato il detto liquore nel tubo: sarà quello il punto del zero, da cui comincieranno le divisioni d' una scala da porsi accanto al detto tubo; inguisachè scendendo il liquore al di sotto di E, verrà ad indicare essersi dilatata l' aria della palla, e quindi che regna un maggior grado di calore nell' atmosfera medesima. Questo è il *Termometro di Drebbel*, Olandese di nazione, a cui dalla maggior parte de' Fisici si attribuisce l' invenzione del primo stromento di tal natura.

Tav. II. Fig. 39.

1461. Una picciola riflessione farà conoscere l' inesattezza della dichiarata costruzione. Imperciocchè oltre all' esser arbitrario, ed incerto il punto E, il quale si stabilisce per la temperatura mezzana dell' aria, ciascun concepisce, che nella salita, e discesa del liquore contenuto nel tubo A B, indipendentemente dal caldo, e dal freddo, ci può aver parte la pressione dell' atmosfera; poichè facendosi quella maggiore, dee necessariamente spignere il liquore su per lo tubo, e poscia farlo discendere quando la pressione si scema: oppure può darsi il caso, che in tempo che la pressione dell' aria esteriore lo sforzi ad ascendere, l' aria dilatata nella palla lo spinga in parte contraria; cosicchè premuto egli da due forze oppo-

ste nell' atto stesso, si tenga stazionario, non ostante che il calore dell' atmosfera siesi accresciuto. Tuttavolta però malgrado questi gravi inconvenienti, può siffatto stromento esser di uso profittevole in que' casi, ove si richiegga di fare qualche osservazione estemporanea, per cagione dell' estrema sua sensibilità.

1462. Gli Accademici Fiorentini del Cimento volendo ovviare agl' inconvenienti esposti di sopra, presero un tubo simile ad A B, guernito della sua palla C; e riempiutolo in parte di spirito di vino colorito, chiusero ermeticamente la sua cima superiore A. Notarono anch' eglino un punto fisso D, ove il detto liquore trovavasi elevato durante la mezzana temperatura dell' atmosfera, affinchè salendo poscia lo spirito al di sopra di quello, indicasse i varj gradi di aumento del calore, e scendendo i gradi del freddo, tutt' al contrario di ciò che avviene nel Termometro di Drebbel (§. 1460).

Tav. II. Fig. 40.

1463. Ma neppur questo vantar può l' esattezza, che si ricerca in istromenti di tal natura, sì perchè il punto D è capriccioso, ed arbitrario, non essendo possibile di determinare qual sia la temperatura mezzana dell' atmosfera; sì per cagione, che l' aria racchiusa tra la cima A del tubo, e la superficie superiore della colonna dello spirito, dee impedire in qualche modo il libero movimento di quello. Al che si aggiugne, che il liquore, di cui è ripieno, non è atto a poter praticare ogni sorta di osservazioni, come or ora diremo. E quantunque Boyle, ed Halley si fossero occupati a perfezionarlo, tuttavolta però i loro sforzi non ebbero una felice riuscita. L' unico vantaggio, che

Fig. 40.

che ci prestò il Dottor Halley fu quello di aver sostituito il mercurio allo spirito di vino; conciossiachè oltre al dilatarsi quello più facilmente, ed al raffreddarsi con maggior prontezza di questo, è assai più atto a misurare i gradi di calore violento, che misurar non si possono collo spirito di vino, il quale bollendo a un certo grado di caldo, fa inevitabilmente crepare il tubo: e poi il mercurio difficilmente è soggetto a gelarsi ne' climi freddissimi, siccome avvenne nella Lapponia al Termometro a spirito di vino, allorachè gli Accademici di Parigi andarono colà a misurare un grado del meridiano terrestre. Si aggiugne a tutto ciò, che il mercurio è il solo fluido conosciuto i cui gradi di dilatazione, per quanto se ne può giudicare co' sensi, sono corrispondenti a' gradi di calore, ond' ella si produce.

1464. *Uno* degli eccellenti Termometri è quello di Farenheit, il quale si costruisce coll' immergere la palla C piena di mercurio dentro della neve aspersa di muriato d'ammoniaca *(sale ammoniaco)*: il punto, a cui discende il mercurio nel tubo durante una tale immersione, si nota col zero, e costituisce il principio della scala. Estratta poscia la palla dall' anzidetta mistura, immergesi dentro la neve pura in tempo ch'ella comincia a didiacciare, e notato il punto, a cui ascende il mercurio, si ripartisce in 32 parti la lunghezza del tubo, ch' è compresa tra il zero, ed il punto già notato; il quale esprimerà per conseguenza il punto della congelazione. Ciò fatto, si tuffa la palla in seguito entro l' acqua bollente in tempo che il Barometro trovasi elevato alla sua

Tav. II. Fig. 41.

mez-

mezzana altezza (§. 776) e marcando col numero 212 il punto, a cui ascende il mercurio, si divide in 180 parti la lunghezza del tubo, che si frappone tra quel punto, e 'l grado 32 già segnato. Finalmente immergendosi la palla stessa nel mercurio bollente; il punto, a cui si eleva il mercurio nel tubo, si segna col numero 600, che costituisce il termine della scala. Queste sono le divisioni principalissime, tra cui per altro ve n'ha delle intermedie, indicanti il calore umano, il calor febbrile, quello de' polli, ec., siccome si scorge dalla Figura.

1465. Anche il Cavalier Newton cercò di contribuire al miglioramento de' Termometri, e servissi d'olio di lino in vece di mercurio. Determinò egli il rapporto tra la capacità della palla del Termometro, e quella del tubo, e fece sì, che ogni divisione della scala uguagliasse la millesima parte della capacità della palla. Indi messa la detta palla dentro la neve, notò col numero 1000 il punto, a cui l'olio trovavasi elevato, marcando poscia co' numeri 1010, 1020, ec., i punti sovrapposti, a cui l'olio anzidetto si andava elevando di mano in mano in virtù de' successivi aumenti di calore: dopo di ciò la palla era cavata fuori della neve per essere indi immersa nell'acqua bollente, nella cera liquefatta, e finanche nel fuoco stesso. Ed ognun vede, che le indicate divisioni fan ravvisare essersi l'olio dilatato di $\frac{10}{1000}$, di $\frac{20}{1000}$, di $\frac{30}{1000}$ parti, ec., del volume, ch'egli occupava nella temperatura del diaccio.

1466. Finalmente il sagacissimo Mr. de Réaumur seguendo le tracce di Nevvton costituì il punto della congelazione, e quello dell' acqua bol-

bollente, per principio, e termine della scala del suo Termometro, cosicchè appose accanto al primo il zero della sua scala: ma cangiò l' olio in ispirito di vino colorito, e diede tal rapporto tra la capacità della palla, e quella del tubo, che il liquore disceso al zero durante l'immersione nella neve, si dilata di 80 millesime parti entro l'acqua bollente; ond'è, che un tal numero trovasi apposto nel suo Termometro accanto all'acqua, che bolle. I termini intermedj di temperatura mezzana, di caldo di state, ec., trovansi segnati tra l'uno, e l'altro in parti millesime già dette siccome vien chiaramente indicato dalla quì annessa Figura. Tav. II. Fig. 42.

1467. Vuolsi avvertire però, che i Termometri più usitati a'dì nostri sono quello di Farenheit, e di Réaumur. In Inghilterra fanno uso generalmente del primo come più atto a misurare gli eccessivi gradi di calore, i quali misurar non si possono con quello di Réaumur, le cui divisioni sono di gran lunga maggiori, e la scala è meno estesa: un grado del Termometro di Réaumur ne pareggia $2\frac{1}{4}$ della scala di Farenheit. I Francesi all' opposto servonsi generalmente del Termometro di Réaumur. Del resto è ovvio il ritrovar de' Termometri guerniti di scale, che sono divise alla diritta giusta il metodo di Réaumur, ed alla sinistra secondo quello di Farenheit. Il Termometro di Nevvton si è abbandonato da molti, anche per cagione, che l'olio, di cui è ripieno (§. 1465), attaccasi alle pareti interne del tubo, ed acquista durante gli eccessivi freddi un certo grado di maggior consistenza, che non gli fa serbare l'ordinaria sua libertà di scorrer lungo quel tubo.

1468. Ad oggetto di serbare la necessaria brevità tralasciamo di descrivere i Termometri di Amontons, di de l'Isle, di Lord Cavendish, di Six, e di altri, la cui costruzione rilevar si può agevolmente mercè l'ispezione oculare degli stromenti stessi. Non tralasceremo pertanto di avvertire d'essersi inventato dall'ingegnoso Wedgevvood in Inghilterra una nuova spezie di Termometro assai singolare, per misurare i gradi altissimi di temperatura che non possono misurarsi co' Termometri ordinarj, come son quelli, che produconsi dagli specchi ustorj, o col soffio del Gas ossigeno, mercè di cui struggonsi, e si volatilizzano i corpi i più duri, e refrattarj (§. 922). Consiste questo Termometro in varj pezzi di allumine (*argilla*) alti un pollice, scorrevoli per entro a due scannellature di due lamine di metallo convergenti. Ristringendosi cotesti pezzi di argilla per virtù del calorico (a), ed avanzandosi perciò verso l'angolo di convergenza delle dette lamine, indicano sopra di una scala incisa sulle lamine stesse, i diversi gradi del calorico, onde si produce il loro ristringimento.

1469. I Termometri, qualunque sia la loro costruzione, debbono riguardarsi come stromenti in certo modo imperfetti per due ragioni principalissime, per passar sotto silenzio le altre di minor rilievo. La prima di siffatte ra-

gio-

(a) Tuttochè per legge naturale il calorico dilati tutti i corpi, quando però opera egli bruscamente, e con grandissimo vigore sull'argilla, sulle materie vegetabili, e sulle animali, vi cagiona un ristringimento or più grande, or più lieve; in quelle in forza dell'umidità, che ne attrae, e volatilizza; in queste per la naturale *contrattilità* della fibra animale, siccome scorgesi avvenire nella pergamena, ne' cuoj, ed in altre sostanze sì fatte.

gioni si è, che v' ha motivo di credere, che i fluidi, ond' eglino si soglion riempire, non si dilatano in volumi esattamente corrispondenti ai gradi di calorico, da cui vengono penetrati, siccome sappiamo accadere ne' solidi per la ragione addotta nel §. 1368. Se dunque un doppio, o triplo grado di calorico nell' aria non produce ne' detti fluidi un doppio, o triplo accrescimento di volume, non può il Termometro costituire un' esatta misura del calorico medesimo. Questo inconveniente però non ha luogo ne' Termometri a mercurio, il quale giusta le osservazioni dell' ingegnoso Mr. de Luc, a cui la Fisica dee moltissimo in genere di stromenti, e d' osservazioni meteorologiche, si dilata costantemente a misura che van crescendo i gradi di calorico. In secondo luogo è provato da numerosi esperimenti, che la palla, e 'l tubo di vetro, che in essi si adoperano, sono soggetti a condensamento, e ad espansione in forza del freddo, e del caldo. Di fatti immergete un Termometro nell'acqua bollente; e vedrete, che nell' atto dell' immersione il mercurio discende nel tubo, comechè poi s' incominci a sollevare. Tuffatelo dentro la neve; vedrete accaderne il contrario: intendo dire, che nell' istante dell' immersione il mercurio si vedrà salire. Ciò pruova, che il caldo dilata il vetro; ed accrescendo la sua capacità obbliga il mercurio a discendere; non altrimenti che il freddo lo sforza ad ascendere mercè la contrazione, che genera nelle particelle del vetro stesso. Or chi non vede esser questa una cagione poderosissima per far sì, che le ascensioni, e depressioni de' fluidi de' Termometri non

sieno del tutto atte ad indicarci la vera misura del caldo, e del freddo? Tanto vie più che la riferita alterazione nella sostanza del vetro è soggetta a variare a norma della differente sua qualità, e consistenza.

1471. V'ha benanche un' altra osservazione su questo punto, ed è, che qualora le palle de' Termometri sono molto grandi, e i tubi sono alti, e di notabil diametro, si cangia eziandio la loro figura in forza del peso del mercurio; ond'è, che date uguali le altre cose, i piccioli Termometri sono sempre più esatti de' grandi, oltre all'essere più comodi.

1472. Vuolsi rammentar finalmente ciò che si è dichiarato ne' precedenti Articoli (§. 1347); cioè a dire, che i Termometri non sono atti ad indicare fuorchè il calorico libero, che determina la temperatura de' corpi, perciocchè il calorico combinato non ha sopra di essi veruna influenza.

ARTICOLO VIII.

Degli usi de' Termometri, e de' vantaggi recati da essi.

1473. NOn è possibile il comprendere in poche pagine i lumi rilevantissimi, che ci ha somministrato l'uso di siffatto stromento. Basterà l'accennare soltanto d'essersi scoperti col mezzo di esso i differenti gradi di calorico, di cui son dotate le diverse spezie di animali, sì generalmente, che in particolari, e diverse circostanze. Così, per esempio, si è ravvisato dalle più accurate osservazioni, che il

ca-

calore d'un uomo sano, sia qualunque la sua età, e l suo temperamento, fa montare il mercurio nel Termometro di Farenheit da' 95 fino a 102 gradi; cioè a dire, che applicata la sua palla sotto l'ascella, dopo il tratto d'un quarto d'ora il mercurio ascende a 95 gradi: indi nello spazio d'un'ora a 102, cui non oltrepassa giammai. I cani, i gatti, i lupi, ed altri simili animali, hanno presso a poco lo stesso calore. All'incontro il calor febbrile è tale, che fa montare il mercurio prima al gr. 100, e poi al 109. I Polli hanno poco meno che il calor febbrile dell'uomo. Gl'insetti, i pesci, i testacei, le bisce, hanno un grado di calore assai inferiore a quelli, che si son testè indicati.

1474. Per via di osservazioni termometriche praticate in Inghilterra da' Signori Fordyce, Solander, Phipps, e Banks, ora Presidente della Società Reale, si è rintracciato similmente l'ammirabile efficacia, cui possiede il corpo degli animali, di soffrire un grado di caldo assai maggiore della propria temperatura, contro ciò che si era stabilito dal celebre Boerhaave. Nel mese di Gennajo dell'anno 1774, allorachè l'aria esteriore teneva il mercurio del Termometro al di sotto del punto della congelazione, i mentovati illustri Accademici entrarono in una stanza riscaldata a gradi 150 del Termometro di Farenheit, ove si trattennero 20 minuti: indi passarono in una stanza contigua, ove il calore era di 198 gradi; e vi rimasero 10 minuti. Il Dottor Solander entrò poscia solo in una terza stanza, ove il Termometro era a gradi 210; e 'l Cavalier Banks vi entrò an-

che separatamente allorachè il calore era di 211 gradi, equivalenti a $79\frac{5}{9}$ di Réaumur, vale a dire poco al di sotto dell'acqua bollente, e vi si trattenne per sette minuti. Queste osservazioni erano state fatte antecedentemente dal Dottor Fordyce entro a camere riscaldate a gradi 90, 110, 119, e 130. Ci attestano essi, che durante la lor dimora in caldi così eccessivi, il calore, che sentivano, era oltremodo veemente, ma sopportabile, e la respirazione del tutto libera. Il polso divenne più frequente di grado in grado, fino a fare 145 battute in un minuto di tempo: le vene si gonfiarono notabilmente. Del resto dopo di essersi rassettati in altre camere per lo spazio di circa due ore, uscirono immediatamente all'aria aperta freddissima, senza risentirne il menomo danno. Quello, ch'è degno di particolare osservazione in questo caso si è, che durante tutto il tempo, ch'eglino soffrivano un caldo così affannoso, e che le catene de'loro oriuoli non potevansi toccare per essere infocate, la temperatura del loro corpo, e dell'orina non si alteravano punto corrispondentemente a quei gradi di calore; conciossiachè la palla di un Termometro applicata sotto la lingua, oppur tenuta entro alla mano, o finalmente immersa nell'orina, faceva ascendere costantemente il mercurio a 100 gradi. Osservarono quindi, che il medesimo andavasi abbassando a misura ch'eglino prolungavano la lor dimora in quelle tali stanze, ed a proporzione che andava crescendo il numero delle persone. Il mentovato Dottor Fordyce trovò similmente nel corso de' suoi esperimenti, che un cane potè vivere co-

mo-

modamente in un'aria riscaldata al grado 260, o sia 101$\frac{7}{9}$ di Réaumur, superiore, come ognun vede, a quello dell'acqua bollente, conservando nel tempo stesso quasi la sua natural temperatura, la quale, a dir vero, non si accrebbe, che di soli due gradi. Dal che apparisce, che il corpo degli animali possiede effettivamente l' efficacia di produrre un certo grado di freddo, e di serbare in esso loro una temperatura minore di quella dell'aria, che li circonda. Una serie di vaghi esperimenti praticati dal Signor Cravvford sopra ranocchie, non men vive, che morte, esposte all'aria, or umida, or secca, ed immerse finanche nell' acqua calda, non solamente dimostra a chiaro lume la stessa verità, ma fa apertamente scorgere, che la facoltà posseduta da' viventi di produrre un certo grado di freddo, deriva da due principj; cioè a dire, e dallo svaporamento del loro corpo, mercè di cui si porta via il calorico in gran dovizia, secondo i principj dichiarati nel §. 1287, e *seg.*, e dal concorso del calorico interno dal centro del corpo verso i vasi polmonari, che ne restano mano mano sforniti per ragione del rapido assorbimento, che ne fa la mentovata evaporazione. Per questa medesima ragione i fabbri, i fornai, coloro, che lavorano nelle vetriere &c., i quali giungono fino a destare in noi de' sentimenti di compassione nel vederli in faccia d' un fuoco ardente in tempo di state, non sentono in realtà il grado di caldo affannoso, che noi immaginiamo. Il sudore profuso, ch' esce dalle loro membra, e la traspirazione polmonale arrecano loro un sollievo grandissimo. Toccate le membra di co-

 loro,

loro, che sudano abbondantemente, le ritroverete freschissime contro la vostra aspettazione.

1475. Per ciò che riguarda i gradi di freddo, si era nella falsa supposizione, che il massimo freddo, al di là di cui niuno animale avrebbe potuto vivere, fosse quello, che si produsse da Boerhaave col mescolar lo spirito di nitro insiem colla neve, il quale fece discendere il mercurio 40 gradi sotto il zero di Farenheit, ossia 72 gradi al di sotto della congelazione (§. 1464). Ma le osservazioni termometriche fatte nella Siberia durante lo spazio di nove anni dal Signor Gmelino, Professore di Chimica, e di Storia naturale in Pietroburgo, ci rendono informati, che il freddo è quivi così intenso sovente volte durante l'inverno, che fa discendere il mercurio al grado 87 $\frac{1}{2}$ sotto il gelo del divisato Termometro; e che nell'anno 1738 a' 9 di Gennajo fu sì crudele, che lo fece abbassare al grado 152 sotto la congelazione. Il Signor Hutchins dimorando nella Baja di Hudson in America, e propriamente nel Forte Albany, la cui latitudine supera di un sol grado quella di Londra, non solamente trovò gelato il mercurio parecchie volte, ma nel 1778 per virtù di freddo naturale lo vide disceso nel Termometro fino a 490 gradi, ch' è per verità il più intenso, che fosse stato osservato giammai. Cosa veramente straordinaria, quando si rifletta, che gli Accademici Parigini ritrovarono il massimo freddo sotto il Cerchio polare a gradi 37 di Réaumur; ossia a 70 sotto il zero di Farenheit.

1476. Finalmente si è scoperto col mezzo de' Termometri l'esistenza del *calorico combinato*, o sia

o sia *latente*; che val quanto dire, che i corpi possono assorbire una data quantità di calorico, senza che siegua la menoma alterazione nella loro temperatura. Abbiam detto altrove (§. 1379) essersi la cagione di cotal fatto rilevata dal Dottor Black, comechè altri prima di lui ne avessero osservati gli effetti. E' nota ad ognuno la sperienza degli Accademici del Cimento, i quali avendo immersa la palla d'un Termometro dentro un vaso di diaccio pesto, ed avendolo ridotto alla temperatura del medesimo, immersero quindi il vaso con tutto il Termometro nell'acqua bollente. Il risultato di cotesta preparazione si fu, che non ostante il bollore dell'acqua, la colonna del Termometro non soffrì la menoma alterazione nella sua altezza. Nel §. 1378 si sono rapportati esempj simiglianti. Laonde è forza il dire, siccome abbiam già dimostrato a suo luogo, che il calorico sviluppato dall'acqua si fosse comunicato al diaccio, e quindi combinato in guisa tale con quello, che la sua temperatura non ne fu punto alterata.

1477. Si è osservato più volte, che una massa d'acqua assai più fredda di quel che si richiede per ridurla in diaccio, conservava tuttavia lo stato di fluidità; laddove agitata poi alquanto col mezzo della mano, convertivasi immediatamente in gelo: segno è dunque, che mediante l'agitazione si sviluppa dall'acqua una certa dose di calorico, la quale altrimenti sarebbe rimasta, per così dire, appiattata, senza manifestare la sua naturale mobilità.

1478. E' scoperta del sopraccitato Dottor Black, che l'acqua bollita diaccia più prontamente

di quella, che non ha sofferto alcun bollore; e che un tal divario vien cagionato da ciò, che l' acqua bollita assorbisce una certa quantità d'aria di cui erasi spogliata bollendo, la quale agitandola in certo modo nell'internarvisi, sprigiona con efficacia quella dose di calorico, che altrimenti sarebbe rimasta quivi appiattata. Gli esperimenti del valoroso Signor Landriani confermano questa verità, avendo egli rilevato, che il mentovato divario non ha luogo ne' vasi chiusi. I curiosi su questo soggetto è ben che leggano quel ch'egli ne ha registrato ne' suoi *Opuscoli scientifici*.

1479. Non abbiamo neppur tralasciato di avvertire a luogo proprio, che siffatta dose di calorico combinato si sprigiona poscia, e si manifesta tutte le volte che i corpi lasciando lo stato di fluidità passano all'esser di solidi; oppur quando fan passaggio dallo stato di vapore a quello di fluidi. Una quantità di vapore acquoso della temperatura dell'acqua bollente, condensato co' mezzi convenienti dentro d'un vaso, riducesi in gocce, il cui calore supera di molto quello dell'acqua, che bolle (§. 1288). Il Dottor Black ha dimostrato, che una massa di ghiaccio nell'atto che si fonde, toglie ad una ugual massa di acqua 140 gradi di calorico, misurati sulla scala di Farenheit, o pur 60 della scala di Réaumur (§. 1260), senza cangiar temperatura; inguisachè presa una massa di ghiaccio alla temperatura di 32 gr., e mescolata con una massa uguale di acqua alla temperatura di 172 gr., tostochè sarà fuso il ghiaccio, la temperatura della massa totale sarà di 32 gr. Si son dunque assorbiti dal fluido 140 gradi

gradi di calorico. D'altronde l'acido solforico (*acido vitriuolico*), e l'olio insiem mescolati vansi ad indurire; ed a misura ch'essi lasciano lo stato di fluidità, va crescendo sensibilmente il loro calorico. Sono innumerabili gli esperimenti, che rapportar si potrebbero in compruova di questa verità che si è da noi spiegata a sufficienza nella Lezion precedente: quelli particolarmente, che han per oggetto lo scioglimento de'sali, le cristallizzazioni, i coaguli, le fusioni, &c., sono oltremodo semplici, curiosi, e soddisfacenti.

1480. Gli altri considerevoli usi del Termometro, e i vantaggi, ch'egli arreca alle Manifatture, alle Arti, alla Medicina, all'Agricoltura, ed a' varj bisogni della vita, son molto ovvj, e conosciuti da chicchessia; e perciò sarebbe cosa del tutto superflua l'annoverarli partitamente.

LEZIONE XXIII.

Sulla Luce.

1481. Considerando i corpi per rispetto alla luce, debbonsi eglino distinguere in tre classi principali: cioè a dire in *corpi luminosi*, i quali scagliano la luce originalmente dal proprio seno; in *corpi diafani*, ossia *trasparenti*, la cui sostanza vien liberamente attraversata dalla luce; ed in *corpi opachi*, la cui superficie fa rimbalzare indietro i raggi di quel-

 la,

la, qualor vi s'imbatte: nel qual caso possono essi denominarsi *corpi illuminati*. Una tal distinzione forma il soggetto di tre rami particolari di scienza: intendo dire dell'*Ottica*, che considera la luce diretta nello stato, ch'ella si diffonde da' corpi luminosi; della *Diottrica*, la quale esamina la luce rifratta, ossia traviata dalla sua direzione nell'attraversare i corpi diafani; e finalmente della *Catottrica*, la quale riguarda la luce riflessa, o vogliam dir rimbalzata da' corpi opachi. E poichè coteste tre scienze prese insieme comprendono in se tutta la dottrina della luce, a cui si dà in termini generali la denominazione di *Ottica*; uopo è, che rivolgiamo le nostre mire a considerarle partitamente, col dar principio dalla prima, siccome par che richiegga la stessa natura della cosa.

ARTICOLO I.

Delle Oppinioni de' varj Filosofi intorno alla natura della Luce.

1482. Niuno ignora, ch'altro non intendiamo col nome di luce, se non quel mezzo, di cui la Natura si serve per poterci far nell'occhio quella viva, e dilettevole impressione, che chiamasi *chiarezza*; cosicchè possiamo aver l'idea della grandezza, e della figura, del colore, e della situazione di quegli oggetti, che si trovano fuor di noi in una convenevol distanza. Dilegua ella le tenebre le più folte, e porta il chiarore da per tutto; ma la sua natura ci si rende oscurissima al par di quella del calorico, che giusta le ragionevoli idee

dee di alcuni Filosofi riputar si può una stessa cosa: intorno a che gioverà rileggere ciò che noi ne abbiam detto nell' Articolo IV della Lezione XXI. Qui però uopo è benanche ridursi alla memoria i ragionevoli argomenti di Wallerio, e di de Luc brevemente da noi rapportati negli Articoli IV, e V della Lezione precedente, ond' essi si affaticano a provare esser la luce intieramente distinta dal calorico, abbenchè, secondo le idee di de Luc entri ella nella formazione del calorico medesimo. Non v' ha dubbio, che volendosi abbracciare cotal supposizione, riesce assai più agevole la spiegazione di alcuni fenomeni del tutto intralciati, ed astrusi.

1483. Credevano i Peripatetici, che la luce non fosse corpo, ma bensì una qualità, o un puro accidente. Andarono eglino però molto lungi dal vero; conciossiachè com'è possibil mai, che la luce non sia corporea, quando raccolta da uno specchio concavo, oppur da una lente ustoria, penetra, disgrega, scioglie, ed abbrucia le sostanze le più dure in un attimo di tempo? Come dirassi mai ch'ella non è corpo, se imbattendosi in ostacoli invincibili, vien rimbalzata da quelli; se attraversando mezzi di diversa densità, vedesi costretta a traviar dal suo cammino; se ricevuta in gran copia entro l' organo dell' occhio, vi produce costantemente una sensazion dolorosa?

1484. Per la qual cosa si appigliarono a miglior partito que' Fisici, i quali riguardaron la luce come sostanza corporea. Pure ad onta di un tale accordo tengono essi diversa oppinione intorno all' origine, o per meglio dire, intorno

no al fonte della medesima. Fassi avanti Renato delle Carte, e pretende di farci credere che la luce non venga cacciata da' corpi luminosi, ma che consista unicamente in una pressione, che essi fanno sulla materia del suo preteso secondo elemento (§. 17). Il Sole adunque, giusta il suo pensare, collocato nel centro di un gran vortice, premendo colla sua efficacia la materia globosa, che lo circonda da per tutto, dà alla medesima un certo movimento, il quale risveglia in noi la sensazion della luce; in quella guisa appunto, che una campana, od altro corpo sonoro, non caccia il suono da se, ma lo produce soltanto coll'imprimere all'aria, che gli è intorno, un certo moto di vibrazione, il quale propagandosi sino all'orecchio, genera in noi la sensazione del suono (§. 927).

1485. Il dotto Abate Nollet riflettendo, che l'ipotesi Cartesiana non era punto sostenibile, perchè appoggiata sulle chimeriche sue idee intorno alla generazione del Mondo (§. 17), ove si trova l'origine della pretesa materia globosa; nell'atto che la caratterizzò come erronea, ritenne il fondo del sistema, e s'indusse a credere al par di Cartesio esser la luce sempre presente anche in assenza de' corpi luminosi, ed in seno al bujo il più profondo; altro ella non essendo, salvochè il fuoco elementare, o vogliam dir calorico sparso sempre in tutto l'Universo; il qual fuoco per altro ha bisogno di esser messo in un certo movimento per potersi manifestare sotto l'aspetto di luce: e che siffatto uffizio è riserbato unicamente dalla Natura ai corpi luminosi.

1486.

1486. Cotesta ipotesi non può essere più ingegnosa, e più semplice: ma come attenervisi malgrado tante ragioni, che tendono a distruggerla? Il fuoco elementare è il solo fluido per essenza (§. 1095); è mobilissimo, ed elastico; e perciò premuto egli da qualunque parte, dovrebbe una tal pressione propagarsi nella sua massa in tutte le direzioni, giusta le leggi di tutt' i fluidi (549). Per la qual cosa tenendo per vera la mentovata ipotesi, dovrebbe necessariamente seguirne, che la luce dovrebbesi propagare in ogni sorta di direzioni, tanto curve, che rettilinee; e che anche in assenza del Sole il nostro Emisfero sarebbe luminoso. Addio notte dunque, addio bujo, addio ombre de' corpi. E come nò se ciò deriva immediatamente dalla sua fluidità, dalla somma mobilità, dalla sua molla? Presentate ad un' acqua messa in moto un ostacolo qualsivoglia: non potendo ella andare innanzi in quella direzione, vedrassi tosto gettarsi verso i lati di quello, e quindi passargli al di dietro per curvi sentieri. Eccitate delle vibrazioni nell'aria mercè di un corpo sonoro; ponete poscia un ostacolo tale tra quello, e 'l vostro orecchio, che dall' uno all' altro punto non si possa tirare una retta; udirete il suono ad onta di tutto questo; perchè l' aria vibrata non potendosi propagar direttamente, prenderà il suo cammino secondo qualunque curva, e giugnerà così al vostro udito. Or l' esperienza c' istruisce (e lo dimostreremo in appresso), che la propagazion della luce si fa costantemente in linea retta, nè siegue giammai veruna sorta di curvi sentieri.

tieri. Veggiamo anche co' fatti, che tramontato il Sole, e coperti da nubi gli altri corpi celesti, restiamo avvolti immantinente in un foltissimo bujo; laddove essendo vera l'ipotesi di Nollet, la pressione fatta dal Sole, e dagli Astri, su'l fuoco elementare del sottoposto Emisfero, dovrebbe necessariamente comunicarsi a quello, che riempie l'Emisfero superiore, e quindi farlo comparire sotto l'aspetto di luce. Se questa legge vedesi regnare nell'aria, nell'acqua, ed in altri fluidi ugualmente grossolani, con assai maggior ragione dovrebbe ella eseguirsi dal fuoco, ch'è assai più sottile, più fluido, più mobile, e più attivo di quelli.

1487. A vista dunque di siffatte cose egli è assai più ragionevole il credere col Nevvton, seguace in ciò di Democrito, e di Epicuro, che la luce sia una vera, e reale emanazione del corpo luminoso; cosicchè il Sole, le stelle fisse, e tutti gli altri corpi lucidi, lanciano da se continuamente raggi della propria sostanza, i quali propagandosi con una indicibile rapidità, estendonsi poscia nell'immenso spazio del Mondo. Nè v'ha ragion di temere, che la sostanza del Sole, per esempio, avrebbesi dovuto sensibilmente scemare per aver da se scagliata la luce dal momento di sua creazione fino a' dì nostri, ossia durante lo spazio di quasi 6000 anni. Imperciocchè prima di tutto la luce è sì tenue, e sì sottile, che la nostra mente si smarrisce al solo immaginarlo. Vi rammento d'aver già provato (§. 8.), che $\frac{1}{14}$ parte d'un grano di sego sviluppa da se tanta luce, ch'è sufficientissima a riempire uno spazio sfe-

sferico del diametro di quattro miglia durante l'intervallo d'un minuto secondo (*a*): e quì è è ben di avvertire, che in quella quattordicesima parte di un grano di sego vi sono molte particelle straniere, e pesanti, affatto diverse dalla luce. Forate con un ago un pezzo di carta nera: applicate l'occhio a quel tal foro; e vi riuscirà di scorgere a traverso una buona parte del nostro Emisfero. Qual prodigiosa picciolezza dunque aver non debbono le particelle della luce, se un numero così immenso di raggi, qual'è quello che viene scagliato da tanti, e sì differenti punti del detto Emisfero, è atto a passare nel medesimo istante per lo traverso d'un foro sì esile! Passa ella in fatti liberamente pei minutissimi pori del vetro, del diamante, e d'altri simili corpi trasparenti, per cui non si fa strada verun'altra sorta di fluido a noi noto. Qual prodigiosa copia di effluvj non si diffonde dal muschio, dall'ambra grigia, e da altri corpi odorosi, durante lo spazio di mesi, e di anni, senza che soffrano essi la menoma diminuzione di peso! Laonde qual diminuzione sensibile volete ch'abbia sofferto un corpo così vasto, ed immenso, com'è il Sole (il quale supera in grandezza d'un milione, e 400 mila volte il nostro Globo terra-

(a) Questo argomento non perde nulla del suo vigore anche nella Teoria di Lavoisier, imperciocchè, quantunque a tenore di essa la luce non si sprigioni dal sego, ma bensì dall'ossigeno dell'aria, sarà sempre vero, che da quella tenuissima quantità di ossigeno, che vassi a combinare con una quattordicesima parte di un grano di sego, si sviluppa tanta luce, ch'è capace di diffondersi, e di occupare uno spazio sferico del diametro di quattro miglia durante un minuto secondo.

raqueo), collo scagliare da se una sostanza così tenue, com'è quella della luce?

1488. D'altronde egli è ben di riflettere, che la luce scagliata dalla forza del Sole ad una sterminata distanza, dee necessariamente in qualche tempo perdere l'impulso, che l'è stato comunicato, per ragione che il suo peso, quantunque tenuissimo, la tira costantemente in parte contraria verso il centro del Sole; e quindi forz'è che cada di bel nuovo nella massa solare, ond'è stata scagliata; nella guisa appunto, che un grave spinto all'insù, anche in uno spazio voto, viene obbligato a discendere dopo un certo tempo pei successivi ritardi, cui va generando nel suo moto la forza di gravità (§. 371), da cui il moto medesimo vien finalmente distrutto. E però può il Sole ricuperare in tal modo una parte della luce da se emanata, o pur quella che rimane libera dopo di avere eseguite le sue funzioni anche ne' Pianeti ritornando ella così nel suo seno natìo. Oltrechè potrebbe quella venirgli supplita in qualche parte dalla luce delle stelle fisse, la quale gli si scaglia incessantemente al di sopra.

1489. La luce, benchè tenuissima oltre ad ogni credere, e rapidissima ne' suoi movimenti non solamente soggiace alla semplice forza di attrazione, ma è pur soggetta all'attrazione di composizione, ed a fissarsi ne' varj corpi. I fosfori di diversi generi ce ne danno in primo luogo un indizio evidentissimo (§. 1353); e lo veggiamo con ugual chiarezza nell'atto della combustione, E non è egli vero ancora, che la veggiam scomparire all'istante nel punto che si fanno delle nuove composizioni, e poscia manife-

nifestarsi di bel nuovo quando siegue la scomposizione delle sostanze medesime? Qualunque sia il modo, ond'essa opera su i vegetabili, non iscorgiam noi mercè la giornaliera esperienza, che le piante esposte all'ombra, oppur private affatto dell'influsso immediato della luce, divengono pallide, fragili, insipide, inodorose? dovechè percosse dalla luce rendonsi ferme, e consistenti, verdeggianti, più saporose, e fraganti? Il sanno bene gli Ortolani, che per darci delle erbe tenere, e bianche, o le tengono all'ombra, oppur ne legano le foglie, per impedir che la luce vi penetri al di dentro. De' benefici influssi della luce godono parimente gli uomini, e gli animali, alla cui esistenza, ed al cui ben essere contribuisce infinitamente. Ella colla sua azione tonica rinforza la fibra, l'anima, per così dire, la rinvigorisce, e rende più energiche tutte le funzioni; e quelli, che partecipano delle sue beneficenze, il dimostrano al colorito, alla robustezza, alla vivacità, a differenza di quegli altri, che vivendo in luoghi chiusi, e non percossi vivamente dalla luce, appajono torpidi, smunti, e dominati in certo modo dalla pigrizia, e dallo squallore.

ARTICOLO II.

Della Propagazione della Luce.

1490. La luce essendo corpo (§. 1483), uopo è che impieghi successivi tempi per poter trapassare successive parti dello spazio. Il primo a scoprire una tal verità fu il celebre Romer Astronomo Danese nel 1675, segui-

seguito dall'immortale Cassini, giacchè prima di loro regnava generalmente l'oppinione, che la luce si propagasse in un'istante. La scoperta ebbe origine dall'osservazione degli ecclissi de' Satelliti di Giove. Per poterlo ben concepire immaginatevi il Sole in S: l' orbita della Terra sia A B C; E D F sia l'orbita di Giove espresso da D: sia I uno de' suoi Satelliti; ed H I K rappresenti la sua orbita. Giunto il detto Satellite al punto L di siffatta orbita, ed immergendosi nell'ombra D G del corpo di Giove, viene per conseguenza ad eclissarsi; e quindi accade la sua *emersione* qualora comincia ad avanzarsi verso I. Or le osservazioni han fatto scorgere, che le mentovate immersioni, ed emersioni de' Satelliti di Giove, in tempo che la Terra è in B, ossia *in congiunzione*, rendonsi visibili 16 minuti, e 15 secondi più innanzi di quel che si veggono essendo la Terra in A, ovvero in *opposizione*. E siccome la distanza da A a B uguaglia il diametro dell' orbita terrestre rappresentata da A B C; così si rende chiaro, che la luce impiega 16 minuti, e 15 secondi, per iscorrere l' intiero diametro dell' orbita della Terra; e conseguentemente ch' ella richiede lo spazio di 8 minuti, e 7 secondi, e mezzo, per trapassare da S fino ad A, oppure a B; che val quanto dire per giugnere dal Sole fino a noi. Questa bella, ed interessanse verità fu poscia confermata ulteriormente nell'anno 1728 dal celebre Bradley mercè un grandissimo numero di laboriose osservazioni intorno all'*aberrazione* delle stelle fisse, la quale risulta dagli effetti combinati del moto della luce, e di quello della Terra.

Tav. II. Fig. 43.

1491.

1491. Nell' atto che le ingegnose fatiche de' dichiarati Astronomi illustri rendonci sicuri della successiva propagazion della luce, ci fan rilevare similmente l' immensa velocità, ond' ella si diffonde. Il diametro A B dell' indicata orbita terrestre uguaglia più di 68 milioni di leghe giusta lo stabilimento del Sig. de la Lande (§. 191): per conseguenza il semidiametro S A, oppur la distanza del Sole fino a noi, supera 34 milioni di leghe, le quali si trascorrono dalla luce in poco più di mezzo quarto d'ora. E poichè in siffatto tempo la Terra non iscorre che un arco di circa 20 secondi nella sua orbita A B C; si rileva mercè di un calcolo, che la velocità, onde si muove la Terra, è a quella, con cui corre la luce, come 1 a 10313; non ostante che la Terra descriva circa 24629 miglia nello spazio d' un' ora. Eppure malgrado una sì prodigiosa velocità della luce, è tale la distanza delle stelle fisse da noi, che giusta il sentimento del Sig. de la Lande, appoggiato sopra dati non dispregevoli, impiega ella lo spazio di tre anni per potersi diffonder fin quì. Non per questo però dobbiam noi perderle di vista un momento; imperciocchè ove la lor luce sia diffusa una volta durante l' indicato tempo, i suoi raggi mantengonsi sempre estesi fino a noi, e vengono continuamente suppliti dalla nuova luce, ch' esse tramandano di mano in mano.

1492. Il propagarsi, che fa la luce con una rapidità così immensa, ci dà l' idea dell' eccessivo grado di forza, ond' ella è scagliata: e 'l non produrre ciò non ostante effetti assai notabili sulle sostanze dilicatissime, quali sono le

foglie di tante piante, i loro fiori, le parti di taluni minutissimi insetti, ec; ci somministra un nuovo argomento della prodigiosa sottigliezza delle sue particelle (§ 1487); attesochè la sua massa, per poco sensibile che fosse, spinta con una velocità così immensa, dovrebbe produrre una quantità di moto ben grande, e perciò attissima a distruggere le mentovate dilicatissime sostanze.

1493. Dalla forza indicibile, onde abbiam veduto esser lanciata la luce da' corpi luminosi (§. 1492), sembra derivare la proprietà, cui ella costantemente serba, di propagarsi per sentieri rettilinei; conciossiachè la veemenza di quell' impulso fa sì, che le sue particelle si dispongano in serie l'una dopo l'altra, e quindi costituiscano de' raggi, come si è detto nel §. 1392, emuli di altrettante linee rette; non potendo la loro gravità distorli da quel retto sentiere, per esser ella infinitamente picciola in corrispondenza della loro prodigiosa sottigliezza. In pruova di ciò si può far entrare un raggio di Sole entro una camera buja per un foro praticato in una finestra. Vedrassi egli seguire immancabilmente il mentovato retto sentiere; talchè facendosi un altro foro nella parte opposta del muro, fino a cui si sporge il detto raggio, propagherassi egli al di fuori, e scomparirà del tutto quella sua porzione, che attraversa la stanza, senza diffondèr in quella la menoma quantità di luce. Lo provano similmente le ombre de' corpi, i cui perimetri sono tali, che scorgonsi limitati da raggi, sporgenti in linea retta dal corpo illuminato sino a' diversi loro punti. Che anzi neppur elleno esi-

esisterebbero, se la luce si propagasse per curvi sentieri; giacchè le ombre vengono cagionate, siccome ognun sa, da una semplice privazione di luce, oppur dall'esser ella debole all'eccesso.

1494. Per poter rintracciar con profitto le vie della luce, e quindi seguirla di mano in mano in tutti gli effetti, ch'ella cagiona, uopo è immaginare un corpo luminoso, il quale scagli da ogni punto della sua superficie un fascio di raggi. Affin di render la cosa più semplice, ci proporremo di considerar soltanto uno di cotesti punti; e sia egli il punto A della candela accesa A B. Messa siffatta candela sopra d'un tavolino, qualunque sia la situazione, cui l'occhio occupi all'intorno di essa, il punto A gli sarà ugualmente visibile; sia egli collocato in C, sia in D, sia in F, in H, in I, ec. Segno è dunque, che il punto A tramanda de' raggi intorno intorno, come dal centro d'una sfera su tutta la superficie di quella, e per conseguenza divergenti; sempre però per sentieri rettilinei, come si è detto (§. 1493). Che però cotesto fascio di luce si può giustamente riguardare alla guisa di un cono, il cui apice, ossia *punto raggiante*, trovasi nel corpo luminoso, e la cui base è rivolta in parte contraria, ossia verso l'occhio dello spettatore: e ciascheduna delle sue porzioni C A E, E A G, G A I, ec; riguardar si può come un cono più picciolo, che faccia parte del corpo intiero C A I.

Tav. II. Fig. 44.

1495. Che la direzione de' raggi luminosi sia tale, come si è quì rappresentata, può ciascheduno scorgerlo da se; imperciocchè per poco, ch' al-

ch' altri ristringa le palpebre nell' atto che riguarda un corpo luminoso, vedrà scagliarsi da ogni punto di quello, su cui fissa l' occhio, un fascio di raggi divergenti, i quali partendo da un apice, si estenderanno colla loro base verso dell' occhio.

1495. Essendo così la cosa, ognun concepisce, che la luce è più densa a misura ch'è più vicina al punto raggiante; e quindi che la sua densità, ed efficacia, si vanno diminuendo di mano in mano, ch' ella si discosta da quel tal punto; cosicchè sono elleno nella ragione inversa del quadrato della distanza del corpo luminoso, per le ragioni addotte nel §. 77 su 'l proposito della Gravità.

1497. Questa verità è capace di esser comprovata col mezzo di esperimenti. Il più semplice, e 'l più decisivo si è quello di porre una candela sopra di un tavolino collocato in un' ampia galleria; di porsi un libro alla mano; e di andarsi discostando tratto tratto da quella tal candela, fino a tanto che l' efficacia della luce si minori al segno di non poter più leggere il libro tirandosi un passo più indietro. Suppongasi, che una tal distanza sia d'una tesa, ossia di 6 piedi. Discostandosi poscia ad una doppia distanza, ossia a quella di due tese, si troverà col fatto, che per poter nuovamente leggere il libro non sarà sufficiente un doppio numero di candele, ma farà d' uopo assolutamente di adoperarne quattro, per esser questo il quadrato di 2, ch' esprime la distanza già supposta.

1498. Potrebbesi ricever eziandio sopra un piano verticale la base di un cono di luce intro-

trodotto in una stanza buja per un foro praticato in una finestra, e guernito d' una gran lente convessa. La detta base, che verrà rappresentata su quel tal piano alla guisa di un cerchio luminoso, sarà maggiore, o minore, a misura che sarà quello più o meno discosto dal punto raggiante: e s' altri voglia misurarla co' metodi geometrici, vedrà esser ella proporzionale al quadrato della distanza del piano dal mentovato punto: e perciò la densità della luce, la quale si scema a proporzion che si accresce il detto cerchio luminoso, sarà nella ragione inversa de' quadrati delle distanze.

1499. Quindi si rileva la ragione, per cui gli oggetti lontani si van perdendo di vista di mano in mano; e si deduce parimente, che la densità della luce solare esser dee sommamente notabile presso al suo fonte; sulla considerazione che malgrado la distanza di 34, e più milioni di leghe (§. 1491), giugne ella a noi bastantemente addensata per poter produrre un' azione sensibilissima, qual è quella di dilatare, e generar del calore.

1500. Diffondendosi i raggi della luce alla guisa di tante rette, le quali divergono scambievolmente a misura, che si van discostando dal punto raggiante (§. 1494), dee necessariamente accadere, ch' eglino si andranno intersecando gli uni cogli altri nell' intiero tratto del lor corso, nel modo appunto che vien rappresentato dalla Figura 44. Per verità non si può affatto comprendere come mai addivenir possa, che tanti innumerabili raggi, malgrado l' indicibil numero delle loro intersezioni, non si disturbino gli uni cogli altri, e non divengano

Tav. II. Fig. 44.

 im-

impropri a renderci visibili que' punti, da cui vengono scagliati. L' impossibilità di poterlo chiaramente concepire trasse Madama du-Chastellet a dubitare, non la luce fosse penetrabile: ella stessa però, comechè seguendo le dottrine Leibniziane riguardasse l' impenetrabilità come un semplice fenomeno, e non già come un attributo essenziale de' corpi, conobbe l'impropriettà del suo assunto, e propose candidamente le ragioni, che lo contrastavano, siccome può riscontrarsi nella sua *Dissertazione su 'l Fuoco*. Di fatti è cosa del tutto assurda il riguardar la luce come un corpo, e poi crederla spogliata dell' impenetrabilità, che le compete per essenza. Con ugual fondamento dubitar si potrebbe della impenetrabilità dell' aria, scorgendosi alla giornata, che tanti, e sì diversi tuoni d' una sinfonia giungono illesi all' orecchio, senza che le onde sonore (§. 1186) disturbinsi a vicenda: ciocchè è ugualmente assurdo, e insussistente. Quello, che ci ajuta in qualche modo a poter comprendere l' indicato fenomeno, si è da una parte l' immensa sottigliezza de' raggi della luce (§. 1487), e d' altronde la distanza, che dee necessariamente frapporsi tra loro, avuto riguardo alla loro divergenza (§. 1494). Possono dunque tra siffatti interstizj passar liberamente altri infiniti esilissimi raggi di luce senza disturbarsi l' un l'altro. E quand' anche taluni di essi s' imbattessero per avventura con altri simili, ed interrompessero il lor corso, non per questo cesserebbero d' esser visibili i punti raggianti, da cui se ne scaglia un immenso numero di altri. Oltre di che la superficie d' un corpo lumi-

minoso non ci sembrerebbe punto interrotta dal rendersi invisibili alcuni punti raggianti, nella guisa medesima che la superficie d'un tavolino di marmo, d'una piastra di metallo, d'un piano di legno, ec; sembra del tutto liscia, ed unita in tutt'i suoi punti anche all'occhio il più fino, non ostante che vi sia in quella un'infinità di pori, i quali certamente ci sono invisibili, poichè da essi non si lancia sopra di noi verun raggio di luce.

ARTICOLO III.

De' principj della Diottrica, o sia delle leggi della Luce rifratta.

1501. LA luce, che scagliata da' corpi si diffonde per sentieri rettilinei attraversando uno spazio voto, tutte le volte che s'imbatte in corpi *diafani*, o sia *trasparenti*, come sono l'acqua, il vetro, l'aria, l'olio, ed altri simili, cui può ella attraversare da parte a parte, soffre un certo deviamento dalla sua direzion primitiva; e questo è ciò, che dicesi *Rifrazione*. A siffatti corpi diafani dassi generalmente la denominazione di *mezzi*; e diconsi eglino *densi*, ovvero *rari*, secondochè trovansi essere più o meno compatti.

1502. La luce adunque siegue in questo caso quella legge, che abbiam veduto competere ad altri corpi (§. 360): anzi seguendo ella il natural costume di quelli, non devia giammai dal suo diritto sentiere, qualora vien lanciata entrò a' mezzi in direzion verticale; ma si rifrange soltanto qualor vi cade obbliquamente.

V' ha però questa essenzial differenza, che laddove tutti gli altri corpi passando da un mezzo raro in un mezzo denso, supponiam dall'aria nell'acqua, traviano dal lor sentiere primitivo con legge, che si discostano dalla perpendicolare alla superficie del mezzo rifrangente, che si suppone tirata pel punto d'incidenza; ed al contrario (§. 362); la luce si approssima maggiormente a siffatta perpendicolare; da cui cominciasi di ragione a discostare quando da un mezzo denso trapassa entro di un raro, come a dire dall'acqua nell'aria.

1503. Queste verità essendo immediatamente dedotte dall'esperienza, render si possono agevolmente sensibili col mezzo di quella. Pongasi in primo luogo su gli orli del vaso, supponiam di majolica, A B C D, un bastone E F in situazione orizzontale; e facciasi dallo specchio G rimbalzar talmente un raggio di Sole, che cada a piombo sull'anzidetto bastone. Or siccome l'ombra, che un tal bastone dee necessariamente gettare dalla parte opposta, ossia su'l fondo del vaso, vedesi cadere esattamente sullo stesso sito, sì qualora il vaso è voto, che quando è pieno d'acqua, o d'altro fluido simigliante; non v'ha luogo da poter dubitare, che in entrambi i casi l'accennato raggio di luce arrivi al fondo del vaso senza soggiacere ad alcuna rifrazione; altrimenti l'ombra del bastone, ch'è da esso raggio circoscritta, dovrebbe necessariamente cangiare la sua situazione.

Tav. II. Fig. 45.

1504. In secondo luogo, facendo uso del vaso A B C D adoperato dianzi; nell'atto ch'egli è del tutto voto, si faccia stare in un luogo esposto al Sole, talchè i suoi raggi I, K, L, M, sca-

Tav. II. Fig. 45.

scagliati obbliquamente sull'orlo C D, faccian ravvisare l'ombra di questo nella parte N O del fondo del vaso. Tostochè il medesimo s' empie d'acqua, l'ombra, ch'era in O N, vedesi passare in P Q. Segno è dunque, che i raggi, i quali andavan prima a dirittura da I ad N, da M ad O, ec; rifratti poscia nell' internarsi entro l'acqua, vengano diretti da *b* a P, da R a Q, ec; accostandosi così alla perpendicolare C S.

1505. Ch'egli accada il contrario attraversando eglino un mezzo denso per entrare in un raro, è facile provarlo nel modo, che quì siegue. Messa, per cagion d'esempio, una moneta nel sito P Q su 'l fondo del vaso A B C D affatto voto, incominciate ad allontanarvene fino al segno, ch'ella incominci a scomparir del tutto. Supponiamo, che l'occhio si trovi collocato in T quando la moneta principia a rendersi invisibile. Ciò fatto, empite il vaso di acqua, ed osserverete, che quella moneta, che non potea in verun conto vedersi essendo l'occhio in T, si renderà visibilissima anche qualora sia egli meno elevato, come sarebbe in I. Dal che uopo è conchiudere, che il raggio *s b*, il quale, essendo il vaso voto, procedeva in su giusta la direzion rettilinea *s* T, rifratto poi dall'acqua contenuta nel vaso stesso, devìa da quel sentiere, e prende la direzione di *b* I; altrimenti non potrebbe rendersi visibile all' occhio collocato in I. E poichè *b* I è più lontana di *b* T dalla retta C S, che tirata pel punto d'incidenza C, è perpendicolare alla superficie rifrangente C D; chiaro si scorge, che la luce trapassando da un mezzo denso entro

Tav. II. Fig. 45.

di

di un raro, va a discostarsi da una tal perpendicolare.

1505. Nel praticare quest' ultima esperienza porta il pregio dell' opera di osservare, che la moneta esistente in P si ravvisa dallo spettatore, ch' è in I, come se fosse collocata in *a*, ossia nel punto, ove la perpendicolare X P, elevata dall' estremità P del raggio P *b*, sega il raggio rifratto I *b* prolungato verso N; e per conseguenza scorgesi ella più sollevata, essendo il raggio *b* P, procedente dal luogo vero della moneta, assai più depresso di *b* N, il qual procede dal luogo apparente. E poichè ciò siegue costantemente in ogni rifrazione di tal natura uopo è conchiudere, che gli oggetti veduti per lo traverso di mezzi di diversa densità, veggonsi sempre fuori di luogo, e propriamente nella direzione del raggio rifratto; la quale scostandosi dalla perpendicolare nel passaggio di un mezzo denso in un raro, com' è appunto il caso di *b* I, fa sì, che il detto luogo apparente sia in tali occorrenze più elevato del vero. Quindi è, che il fondo de' vasi ripieni di qualche liquore, oppure gli oggetti ivi collocati, veggonsi sempre più in alto di quel che realmente lo sono: e sappiam per esperienza, che tutte le volte che un oggetto qualunque trovasi in fondo dell' acqua, ed è veduto perpendicolarmente, la rifrazione è tale, che scorgesi egli elevato della quarta parte della profondità di quella, per essere il seno d' incidenza a quello di rifrazione (secondochè diremo più innanzi) nel passar dall' aria nell' acqua, come 4 a 3; talchè il primo supera l' altro di un quarto. Questa è in fatti la ragione, per cui un

Tav. II. Fig. 45.

remo,

remo, od un bastone, immerso in parte obbliquamente nell' acqua, ci comparisce curvato a forma di angolo, quasichè fosse egli spezzato nel punto, ove comincia ad internarsi dentro di quella.

1507. Dalle cose fin quì riferite si concepisce benissimo onde accada, che il nascere, e 'l tramontar degli astri non si veggon seguire ne' tempi precisi, che risultano dal calcolo. Immaginatevi uno spettatore collocato nel punto A sulla superficie terrestre rappresentata da BAC; e sia F G una porzione dell' atmosfera, che la circonda. Essendo il Sole H al di sotto della retta F D, la quale fa le veci dell' orizzonte sensibile, che circoscrive i limiti della vista dello spettatore collocato in A (§. 207), non gli si dovrebbe egli render visibile in verun patto; poichè il raggio H G incontrerebbe l' ostacolo della Terra; e gli altri lanciati nella direzione di H E, o in qualsivoglia altra direzion simigliante, andrebbero a diffondersi negl' immensi spazj celesti, senza potersi dirigere all' occhio del mentovato spettatore. Ciò nondimeno però, giunto il raggio H E (e così s' intenda degli altri simili) per sentiere rettilineo a toccare l' atmosfera nel punto E; e passando da un mezzo raro, qual' è lo spazio celeste (il quale o è del tutto voto, oppure trovasi ripieno di un etere sottilissimo), in un mezzo denso, com' è l' aria; per la legge già esposta (§. 1502) devierà egli dal sentiere E K, e seguirà quello di E A, accostandosi alla perpendicolare. Per tal ragione l' astro H, d' onde il raggio procede, non vedrassi dallo spettatore nel luogo vero, ove attualmente si ritrova,

Tav. II. Fig. 46.

va, ma bensì in un luogo apparente, ch'è I; giusta il prolungamento del raggio rifratto A E (§. 1506 (. Laonde malgrado la reale esistenza di quell'astro al di sotto dell'orizzonte, sembrerà esso elevato al di sopra di quello d'una quantità più o meno notabile, secondochè la densità dell'aria sarà maggiore, o minore, e conseguentemente il suo refrattivo potere più o meno efficace. Dal che vuolsi dedurre, che qualora ci sembra, che il Sole comincia ad elevarsi al di sopra del nostro orizzonte, egli esiste quivi soltanto in apparenza, poichè in realtà trovasi abbassato notabilmente al di sotto di quello; siccome d'altra parte quand'egli si scorge, che comincia a tramontare, ha già oltrepassati da qualche tempo i limiti dell'orizzonte. Così s'intenda degli altri corpi celesti; i quali per conseguenza non mai si veggono da noi nel sito in cui sono, ma sempre più elevati; ond'è, che gli Astronomi nel praticare le loro osservazioni su gli astri, sogliono tener conto dell'errore prodotto dall'accennata rifrazione, il quale essendo di circa 33 minuti presso all'orizzonte, va minorando tratto tratto, finchè in ultimo divien nullo nel zenit, d'onde i raggi vengono scagliati in direzione perpendicolare.

1508. Di quì prendon l'origine l'Aurora, e 'l Crepuscolo, ossia quel leggiero, e dilicato chiarore, che illustrando vagamente l'aria infino ad una cert'altezza, non meno prima del nascere, che dopo il tramontar del Sole, non solamente ci presenta un bellissimo spettacolo co'suoi vaghi, e variati colori, ma prolunga oltre a ciò la durata del giorno. Comincia l'

Auro-

Aurora a farsi scorgere fin da quando il Sole trovasi inferiore di 18 gradi al lembo dell'orizzonte, ossia un'ora e più prima del suo levare; si fa quindi più sensibile di mano in mano fino a tanto che il Sole spiega, e disvela col suo nascere tutta la sua vivacità, e 'l suo sfolgorante splendore.

1509. L'angolo A B D, formato dalla perpendicolare D B, e dal raggio di luce A B, che s'interna nel mezzo R S T V, dicesi *angolo d'indicenza*; siccome l'angolo E B C, formato dal prolungamento della stessa perpendicolare, e dal raggio rifratto B C, si denomina *angolo di rifrazione*; ed A D, E C, sono i loro rispettivi seni. Or egli è materia di fatto, che qualunque sia l'inclinazione, con cui il raggio A B vien lanciato dentro d'un dato mezzo, gl'indicati seni hanno sempre una ragion costante tra essi: così passando egli dall'aria nell'acqua, il seno d'incidenza A D sarà a quello di rifrazione E C, come 4 a 3; inguisachè se l'inclinazione di A B sarà tale, che A D sia di 12 linee, E C sarà certamente di 9. Nel passar dall'aria nel cristallo, A D è ad E C, come 3 a 2 a un di presso, ossia come 17 ad 11; laddove nel passar dall'aria entro al diamante è come 5 a 2; e così del rimanente. Quantunque però il rapporto tra i mentovati seni sia inalterabile nel passaggio, che fa la luce per un determinato mezzo, nulladimeno la quantità della rifrazione è maggiore, o minore, a norma della diversa natura, ossia del vario rifrattivo potere de' mezzi differenti. Generalmente parlando, ne' corpi incombustibili ella si aumenta secondochè i mezzi hanno maggior

Tav. II. Fig. 47.

gior densità; trattandosi poi di corpi combustibili, la rifrazione è nella ragion composta della loro densità, e della infiammabilità. Quindi è, che il chiarissimo Newton osservando il rifrattivo potere del diamante, e dell' acqua, congnietturò, che il diamante fosse una sostanza combustibile, e che l' acqua in se contenesse un principio infiammabile. Ed in fatti è ora dimostrato da' Chimici, che il diamante si brucia, e si volatilizza, senza lasciar di se verun residuo, e noi abbiam già veduto, che uno de' principj dell'acqua è l' idrogeno, ch' è attissimo ad infiammarsi (1256).

1510. Internandosi i raggi della luce da uno in un altro mezzo; dopo di aver sofferta l'indicata rifrazione (§. 1502) prosieguono ad attraversarlo per sentieri rettilinei tutte le volte, ch' egli sia di ugual densità in tutta la sua massa, come effettivamente si è l'acqua, l' olio, ed altri fluidi di simigliante natura. La cosa però va tutt' altrimenti ne' fluidi di diversa densità, com' è l' aria, la quale abbiam veduto esser variamente densa nelle varie altezze al di sopra della superficie terrestre (§. 785). Per la qual cosa si rende chiaro, che i raggi tramandati da' corpi celesti, oltre alla rifrazione, a cui soggiacciono nell' internarsi dentro l' atmosfera (§. 1507), debbono soffrirne parecchie altre nel discender fino a noi; e quindi che il lor sentiere è veramente tortuoso; comechè poi le direzioni parziali dall' uno all' altro punto di rifrazione sieno effettivamente rettilinee.

1511. Immaginiamoci ora, che un raggio di luce già rifratto per essersi internato in un mezzo più denso, torni ad uscire da quello per

l' op-

l'opposta superficie, affin di penetrare di bel nuovo nel mezzo più raro. Le leggi, cui egli seguirebbe in tal caso, non si possono in verun modo determinare, senza ch'altri abbia riguardo alla qualità d'entrambe le superficie del mezzo, cui egli è costretto di attraversare. E poichè questo è precisamente il caso delle lenti, giusto è, che prendiamo a ragionarne in questo luogo.

ARTICOLO IV.

Delle varie spezie di Lenti, e delle loro proprietà rispettive.

1512. PRima di entrare in questa materia fa mestieri premettere, che i raggi di luce, che attraversano da parte a parte un corpo diafano, le cui superficie fossero perfettamente parallele, com'è appunto RSTV, comechè sieno rifratti due volte ne' punti B, ed F, per cui s'internano, e n'escon fuori, tuttavolta la lor direzione rispettiva non si altera in verun modo; cosicchè prosieguono essi ad esser paralleli, se vi sono entrati in tal direzione; oppur conservano lo stesso grado di convergenza, o divergenza, con cui per avventura vi si sono internati. Questo è ciò, che avvenir suole generalmente in tutt'i vetri piani; i quali per conseguenza non alterano punto la grandezza degli oggetti veduti pel loro traverso.

Tav. II. Fig. 47.

1513. Ma que' vetri, che servir debbono agli usi ottici, sogliono lavorarsi in maniera, che la loro superficie sia piana da una parte, e convessa dall'altra, oppur convessa in ambe le facce. Taluni hanno una superficie piana, e l'al-

tra

tra concava: e ve n'ha di quelli, i quali sono concavi in ambedue le superficie. I vetri conformati in questa guisa diconsi *Lenti*; ed a tenore dell accennata forma delle loro superficie si denominano *piano-convesse*; *convesso-convesse*; *piano-concavo*; e *concavo-concave*. V è anche il *menisco*, ch' è concavo da una parte, e convesso dall'altra; ma oggigiorno non è più in uso, poichè la lente piano-convessa è molto più atta a far le sue veci.

1514. Abbenchè le leggi, cui siegue la luce nell'attraversare le riferite spezie di lenti, sieno in tutte le medesime, nondimeno però la diversità delle loro superficie vien poscia a cagionare diversi risultati, siccome ora vedremo co'fatti.

Tav. II. Fig. 48. 1515. Esaminiamo prima d'ogni altra la lente piano-convessa ABC, su cui cada il raggio FG parallelo all'asse BD della lente. Essendo BC la superficie rifrangente; la perpendicolare tirata pel punto d'incidenza G, verrà espressa da EH. Che però il raggio FG, deviando dal suo sentiere GI, e dovendosi accostare alla perpendicolare EH (§. 1502), uopo è che siegua il sentiere GD, o altro simigliante, che si andrà ad intersegare coll'asse BD nel punto D. E poichè lo stesso accader dee a tutti gli altri raggi paralleli ad FG; è facile il dedurre, che tutti cotesti raggi andranno a concorrere nel punto D, o in altro esistente nell'asse BD; il qual punto suolsi denominare *Foco reale*. La superficie ABC, siccome vedete, è un segmento della sfera ABCD; ed è dimostrato, che in una lente piano-convessa il rammentato foco D, ossia il punto di riunione di tutt'i raggi, che l'attraversano, è distan-

stante dal vertice B della lente per l'intiero diametro BD dell'anzidetta sfera. Ciocchè ci somministra un mezzo agevolissimo, e sicuro per poter rintracciare il foco di qualsivoglia lente piano-convessa.

1516. Il medesimo effetto succede eziandio, se gli anzidetti raggi paralleli vadano a cadere sopra d'una lente convesso-convessa: col solo divarío, che laddove nella piano-convessa vanno eglino a concorrer tutti nel punto D, in distanza del diametro della dichiarata sfera; nella convesso-convessa MNO si vanno a riunire nel punto P, ch'è il centro di MNOX; inguisachè il foco in questa spezie di lente è distante dal vertice N pel semplice raggio della sfera, di cui la convessità MNO trovasi essere un segmento.

Tav. II. Fig. 48.

Fig. 49.

1517. Ciò però vuolsi intendere qualora le convessità MNO, MRO, sieno amendue uguali; conciossiachè in caso contrario il metodo per determinare la distanza focale, si è quello di dividere il prodotto de' raggi di entrambe le convessità per la metà della loro somma; poichè il quoziente esprimerà la distanza richiesta. Così, per cagion d'esempio, se il raggio di MNO sia di 12 pollici, e quello di MRO sia di 8; moltiplicando l'un per l'altro, si avrà per prodotto 96. Laonde dividendo 96, ch'è il prodotto de' raggi, per la metà della loro somma, ch'è 10, il quoziente $9\frac{6}{10}$ esprimerà la distanza focale della lente MNO dal vertice N.

Fig. 49.

1518. In grazia di coloro, che non volessero far uso de' metodi fin quì proposti per poter determinare il foco d'una lente dell'indica-

ta spezie, proporremo brevemente un metodo meccanico ugualmente certo, e sicuro. Prendasi la lente, sia ella piano-convessa, oppur convesso-convessa; e tenendola esposta a'raggi del Sole contro d'un piano qualunque biancheggiato, si accosti, oppur si allontani da quello fino a tanto che i raggi, ch'ella raccoglie, vadano ivi a formare un picciol cerchio luminoso, ch'è l'immagine del Sole. Ridotto che sia cotesto cerchio alla minima picciolezza possibile coll'accostare, o discostar la lente, la sua distanza dalla lente medesima ci esprimerà il foco di essa.. Si può ottener questo similmente coll'avvicinare, od allontanare la lente dal muro d'una stanza, anche quando non vi sia Sole, fino a che scorgasi quivi dipinta con distinzione, o in tutto, o in parte, una finestra, o un altro simile oggetto, che le stia a rincontro.

Tav. II. Fig. 49. 1519. Posciacchè i raggi S P, T P, ec., si vanno a raccorre nel foco P, s'egli avvien mai, che non si presenti loro alcuna sorta d'ostacolo, atto ad impedire il lor progresso, s'intersecano quivi scambievolmente, e quindi prosieguono il lor corso nelle direzioni P X, P V, ec., cosicchè si rendono divergenti: e se mai essendo essi in tale stato, vengasi a presentar loro un'altra lente convessa V X, sono da quella rifratti in guisa, che n'escono poscia paralleli, corrispondentemente a ciò, che si dichiarerà or ora, e nel modo, che si scorge nella quì annessa Figura.

Tav. II. Fig. 48. 1520. Per la stessa ragione, per cui i raggi F G, K L, ec., i quali cadono in direzion parallela sulla lente piano-convessa A B C, dopo la rifrazione rendonsi convergenti, e si van tut-

ti ad unire nel foco D, in distanza dell' intiero diametro della sfera, di cui A B C è un segmento, dee necessariamente avvenire, che varj raggi di luce, i quali partendo divergenti dal punto D (come sono appunto D L, D G, e i loro intermedj), vadano ad attraversare la lente medesima, debbono uscir fuora da quella in direzion parallela, come sono L K, G F, e tutti quegli altri, che tra essi si frappongono. La qual cosa avvenir dee ugualmente nella lente convesso-convessa M N O tutte le volte, che i raggi partano divergenti dal punto P, ch' è il centro della sfericità della lente. Fig. 49.

1521. Che se il punto raggiante sia collocato in maggior vicinanza dalle accennate lenti di quel che sono i loro rispettivi fochi D, e P, in tal caso i raggi da esso lanciati, come ognun vede, tra se divergenti, proseguiranno a divergere più o meno, secondochè il detto punto sarà più, o meno vicino a quelle tali lenti: e per difetto della loro unione neppure in questo caso si formerà veruna immagine di quel tal punto. Ove poi il punto raggiante fosse più distante dalle lenti di quel, che lo sono i loro fochi, com' è di fatti il punto E, ch' è molto più discosto dalla lente C B di quel che sia il foco D, i raggi dopo d' essersi rifratti uscirebbero dalle lenti con convergenza più o meno notabile, atta a farli riunire in un punto, la cui distanza dal vertice di quelle è maggiore, o minore, secondochè il detto punto raggiante è più prossimo, o più discosto da' respettivi lor fochi: ed in cotal punto di unione formerassi l' immagine del punto raggiante testè mentovato. E poichè siegue lo stesso d' ogni altro punto A, F, ec.,

Fig. 48. Fig. 49.

Tav. II. Fig. 50.

ec., collocato al di là dell' anzidetto foco D, è agevole il dedurre, che i raggi tramandati da' punti visibili di qualunque oggetto (supponga-si A F) collocato in quella tal distanza, si andranno a raccogliere in altrettanti punti corrispondenti nell' opposta parte della lente, ove rappresenteranno al vivo l'immagine di esso, nella guisa appunto che i raggi A C, A B, A L, si uniscono in I; E C, E L, E B, si raccolgono in H; ed F C, F L, F B, vansi ad unire nel punto G. La qual cosa succedendo ugualmente per rapporto ai punti intermedj, l'intiero oggetto A E F vedrassi rappresentato in G H I, quantunque tutt'al rovescio; e ciò per cagione della scambievole interfezione de' raggi mentovata nel §. 1519, come si ravvisa nella Figura.

Tav. II. Fig. 50.

1522. In questo caso la distanza dell' immagine G I è sempre reciproca a quella dell' oggetto A F: intendo dire, che a misura che l' oggetto A F si accosta alla lente C B, l'immagine G I se ne discosta; e così a vicenda. Giusta la proporzione di un tale allontanamento si aumenterà eziandio la sua grandezza *lineare*, ossia la sua altezza, e larghezza; conciosiachè per ragione della simiglianza de' triangoli G L I, A L F, A F, ch' è la lunghezza dell' oggetto, è a G I, ch' è la lunghezza dell' immagine, come A L, oppure E F, ch' è la distanza dell' oggetto dalla lente, è a G L, ovvero H L, ch' è la distanza dell' immagine dalla lente stessa. Quindi è poi, che la superficie dell' immagine G I sarà come il quadrato dell' indicata sua distanza dalla lente C B, e la sua solidità in ragione del cubo della distanza medesima, siccome vien dimostrato in Matematica.

1523. Abbenchè i raggi tramandati dal Sole, e dagli altri corpi celesti, vengano a noi assai divergenti (§. 1494), attesa nondimeno la sterminata lontananza di tali astri, riguardar si sogliono dagli Ottici come tra se paralleli. Or poichè i raggi paralleli rifratti da lenti pianoconvesse, oppur convesse da entrambe le parti, vanno tutti a concorrere in un punto, che nelle prime è costituito nell' estremità del diametro (§. 1515.), e nelle seconde nel centro della loro convessità (§. 1516); ne dee necessariamente seguire, che coteste spezie di lenti esposte a' raggi solari gli faranno convergere nel lor foco: in forza di tale unione dovrà crescerla loro intensità, e dovranno essi conseguentemente rendersi più attivi. Ecco la ragione, onde avviene, che parecchi corpi combustibili posti al foco dichiarato veggonsi divampar nell' istante. Egli è cosa trivialissima l' accender l' esca, la polvere, il legno, mercè di picciole lenti ordinarie della riferita natura: ma gli effetti, che si producono da lenti particolari d'una notabile grandezza, sono veramente ammirabili. E' celebre quella di Parigi costrutta da Mr. de Berniere, e detta di Mr. Trudaine, che la fece costruire a sue spese. Ella è formata di due segmenti di sfera insiem congiunti per via del loro orlo alla guisa d' un piatto, che ne ricopra un altro simile a se: il voto, che vi rimane frammezzo, è ripieno di spirito di vino. Esposta ella a' raggi del Sole abbrucia nell'istante parecchie sorte di corpi combustibili, e fonde nel tratto di pochi secondi il rame, l' argento, e l' oro, esposti al suo foco, ch' è distante dal suo vertice poco meno di undici pie-

di. Il genio insigne dell'ingegnoso Parker lo ha tratto, non ha guari, a fonder delle lenti ustorie di grandezza notabilissima; ed ha egli avuto in ciò un sì felice successo, che mercè la loró prodigiosa efficacia praticar si possono esperimenti d'ogni sorta, ov' altri richiegga un vigore straordinario ne' raggi solari. Ve ne ha similmente due ben grandi, e famose insiem combinate nel ricco Gabinetto di Macchine della R. Accademia Militare di Napoli (a).

1524. Nel far uso di tali spezie di lenti non si vede giammai, che i raggi rifratti vadano poscia a concorrer tutti in un sol punto, come si è di sopra dichiarato; ma si scorge costantemente, ch'essi formano un picciol piano circolare, più o meno grande a tenore delle circostanze. Ciò procede principalmente dalla convessità della lente, la quale fa sì, che i raggi vicini all'asse vadansi ad unire in un punto più lontano dal suo vertice, di quel che sieno gli altri punti, ove concorrono insieme i raggi prossimi all'orlo. Al che si aggiugne poi la diversa rifrangibilità de' raggi stessi, come si dirà un poco più innanzi.

1525. E' ovvio l'immaginare, che a cose pari

(a) Questa superba collezione di Macchine destinata all'istruzione della gioventù militare mantenuta a Regie spese nella suddetta R. Accademia, fu fatta da me costruire in Inghilterra dagli Artefici più illustri, ed ora che S. M. mi ha onorato del comando dell'Accademia medesima; ha voluto arricchirla ulteriormente, aggiungendovi tutte quelle Macchine, che serbavansi nel R. Museo di Capodimonte. V'ha fra questa, all'infuori delle due lenti accennate, due grandi specchi ustorj di metallo, una Macchina per le forze centrali, ed un altra con varie potenze meccaniche, entrambe fregiate di ornamenti di finissimo lavoro, un Telescopio binocolo, ed altre simiglianti.

ri, quanto è più picciolo il detto cerchio luminoso, ovvero il foco d' una lente, altrettanto cresce il suo potere di abbruciare, poichè i raggi vi si addensano vie maggiormente. Che però la densità de' raggi raccolti dalla lente, sarà alla natural densità de' raggi stessi, onde son lanciati su quella, come l' aja, ossia la superficie della lente, che gli riceve, all' aja dell' immagine circolare del foco (§. 1524): e conseguentemente il natural calore de' raggi solari sarà al calore, ch' essi hanno nel foco della lente, come la superficie di questa alla superficie di quello. Or costando dall' esperienza, che il calore del fuoco di legna supera di 35 volte il massimo calor del Sole, è naturale il concepire, che per far sì, che una lente sia atta a produrre un calore uguale a quello del fuoco, uopo è assolutamente, ch' ella condensi di tanto i raggi della luce, che la superficie del suo foco (ch' altro non è, se non se una picciola immagine del Sole) uguagli $\frac{1}{35}$ della superficie della lente. Ond' è poi, che a misura che il foco si andrà minorando, si accrescerà la sua efficacia al di sopra di quella del fuoco indicato. Paragonando dunque amendue le dichiarate superficie, si potrà agevolmente rilevare il rapporto tra il naturale calor del Sole, ovver del fuoco, e quello, che vien prodotto dalla lente. Tav. II. Fig. 51.

1526. Dall' esame delle lenti convesse uopo è passare a quello delle concave. Suppongasi dunque, che il raggio E F cada sulla lente piano concava A B C in direzione parallela all' asse D B. Essendo I K la retta perpendicolare al piano rifrangente A B C; giunto il detto raggio in F, uopo è che travii dalla sua direzio-

ne F M, per approssimarsi ad F K (1501).
Laonde descriverà egli il sentiere F L, il quale prolungato in su, andrà a segare l' asse D B nel punto D : la qual cosa accadendo in simil guisa al raggio G H, e a tutti i loro intermedj, si rende manifesto, che i raggi paralleli sono rifratti in modo da una lente piano-concava, che la lor direzione è la medesima di quel che sarebbe se fossero lanciati in direzion divergente da un punto distante dal vertice della lente per l' intiero diametro della sua concavità. Così i raggi rifratti F L, H N, sembrano procedere dal punto D, ch' è il punto estremo del diametro D B. Cotesto punto immaginario dicesi *foco negativo*, ovvero *foco virtuale*.

Tav. II. Fig. 52. 1527. Lo stesso accade se i raggi paralleli A B, C D, vengano rifratti dalla lente concavo concava B E D; col solo divario, che laddove nella piano-concava i raggi prolungati all' indietro vanno a concorrere ad un punto, ch' è distante dal vertice della lente per l' intiero diametro della sua concavità, in questa al contrario un tal foco virtuale è nel centro della concavità stessa, e per conseguenza distante dal vertice E pel solo suo semidiametro. Così i raggi A B, C D, sono rifratti talmente verso I G, e K H, come se fossero stati tramandati dal punto F nelle direzioni F I, ed F K.

1528. Dalle quali cose vuolsi conchiudere, come per regola generale, che la proprietà delle lenti concave si è quella di far divergere i raggi, siccome dalle cose riferite di sopra risulta manifestamente, che le lenti convesse hanno il potere di renderli convergenti; essendosi già dimostrato, ch' esse fanno convergere i rag-

gi paralleli, e rendono paralleli i raggi divergenti (§. 1516, 1520).

1529. Dall'essersi detto costantemente in tutto il tratto di questo Articolo, che i raggi di luce scagliati su i varj mezzi vengono a soffrire una data rifrazione, sarebbe erroneo il dedurre, che tutt'i raggi, che sopra di essi si tramandano, vadansi a rifrangere. S'egli è pur vero, che non ci si può render visibile verun punto di un oggetto, senza che da quello ci si tramandi all'occhio un raggio di luce; e s'egli è cosa indubitata, che noi possiam vedere l' interna sostanza d'una lente, una massa d'acqua chiara fino al suo fondo, e così altri corpi trasparenti; non si durerà fatica a persuadersi, che tra i varj raggi tramandati su varj mezzi, alcuni si rifrangono, e gli attraversano da parte a parte, altri vengono rimbalzati indietro dalla loro superficie, altri dal lor fondo, e da tutte le parti intermedie, posciachè vi si sono internati, e sono stati quivi rifratti: ond'è poi, ch'essi ci rendono visibili coteste parti accennate.

1530. Parecchi Fisici son d'oppinione, seguendo le idee Cartesiane, che il deviamento, cui soffre la luce nel trapassare diversi mezzi, debbasi attribuire alla sensibile alterazione prodotta nella sua velocità dalla varia resistenza de' mezzi stessi, siccome abbiam veduto accadere negli altri corpi (§. 362). E poichè a tenor di questa ipotesi, trapassando la luce da un mezzo raro in un denso, dovrebbesi discostare dalla perpendicolare, come si è detto (§. *ivi*); attengonsi eglino al partito di dire, ch'ella passa con maggior libertà pel vetro, per l'acqua,

ec.,

ec.; di quel che passi per l' aria. Newton all' opposto stabilisce per cosa indubitata, che 'l deviamento indicato derivi unicamente dalla diversa forza attrattiva de' mezzi divisati; cosicchè cadendo, esempigrazia, il raggio A B obbliquamente dall' aria nell' acqua, la cui densità, e 'l cui potere attraente sono maggiori di quelli dell' aria, per esser maggiore il numero delle parti, che attraggono; verrà egli per necessità attratto dall' acqua: e poichè l' indicata forza di attrazione opera nella direzione B E, perpendicolare alla superficie R S del detto mezzo, dovrà egli abbandonare la sua direzion primitiva B G, e quindi portarsi lungo B C (§. 267). Per la ragione stessa il raggio C B uscendo dall' acqua nell' aria, e venendo tratto ugualmente dal mezzo più denso R S nell' indicata direzione B E; forz' è, che declini dalla perpendicolare D B per seguire il sentiere B A, che più si accosta al divisato mezzo RS.

1531. Le ragioni, onde Nevvton fu tratto ad abbracciare la riferita sentenza, non sono per verità di picciol peso. Imperciocchè se la rifrazion della luce derivasse dalla varia resistenza de' mezzi, dovrebbe necessariamente seguirne, che mezzi della stessa densità dovrebbero *sempre* produrre, a cose pari, il medesimo grado di rifrazione; e quelli di diversa densità tutt' al contrario. Ciò però ripugna manifestamente all' esperienza, la quale ci mostra, che un raggio di luce soffre della rifrazione facendosi strada dal vetriuolo nell' allume, malgrado d' esser eglino ugualmente densi; che passa irrefratto dall' olio d' ulive nel borace (ch' è una materia salina dotata di tutte le proprietà d' un

sale

sale neutro), quantunque la densità di questo superi quasi del doppio la densità di quello; e finalmente che trapassando egli dall'acqua nell' olio di trementina, ch'è meno denso dell' acqua, si accosta alla perpendicolare contro la legge, a cui egli generalmente soggiace in altre spezie di corpi (§. 1502). Risulta in somma dalle osservazioni di Nevvton, che le sostanze oliose, sulfuree, spiritose, ec; hanno un potere rifrattivo molto maggiore di quello, che si ravvisa in altre sostanze di più notabile densità (a). Finalmente osservasi col fatto, che un raggio di luce obbligato a passare fra mezzo a' tagli di due coltelli, situati in direzion parallela in picciolissima distanza l'un dall'altro, declina sensibilmente dal suo primitivo sentiere in virtù della forza attraente de' tagli mentovati. Le quali cose rendono per verità molto credibile la già dichiarata sentenza Newtoniana.

ARTICOLO V.

Della Struttura dell' Occhio, e del modo meccanico, onde si esegue la Visia.

1532. FRa gli stromenti diottrici inventati finora in forza dell' umano ingegno, non ve n'ha alcuno, che metter si possa al paragone dell'occhio, il quale per verità supera di gran lunga tutti gli altri in perfezione, ed eccellenza. La maniera più semplice, e più naturale per concepirne la struttura, si è quella

(a) Veggasi il §. 1509.

Tav. II. Fig. 53. la d' immaginarsi uno de' nervi ottici K, il quale introdottosi appena dentro l'orbita, ossia nella cavità ossea, destinata dalla Natura per comodo ricettacolo dell'occhio, diveste la sua polpa della *dura*, e *pia madre*, che son due membrane, che lo tengono avviluppato, per quindi espanderle tutt' all' intorno, e conformarle alla guisa d' un picciol globo. Figuratevi dunque prima di tutto la dura madre ridotta a formare il primo involto esteriore dell' occhio, A B C, a cui si dà il nome di *Sclerotica*, ossia di *Cornea opaca*. Lascia ella però un foro notabilissimo A C nella sua parte anteriore, il quale vien coperto da una membrana sferica alquanto prominente A F C, che alla guisa del cristallo d' un oriuolo vi s' incassa appuntino, e vi rimane fortemente aderente. Essendo questa trasparentissima al par d' una lamina di corno assottigliata con diligenza; ed essendo formata in simil guisa di parecchi strati strettamente affaldellati l'un sull' altro, si suol denominare perciò *Cornea trasparente*, a differenza della Sclerotica, che abbiam detto essere opaca. Taluni han creduto, ch' entrambe siffatte membrane fossero la stessa cosa. Parecchi negano d' altronde, che la Sclerotica, e l' altra membrana sottoposta, di cui or ora parleremo, sieno una continuazione della dura, e pia madre, siccome noi abbiam proposto di riguardarle: e a dire il vero v'è da ragionare sopra di ciò in pro e contra.

Fig. 53.

1533. Tutta l' interna superficie della Sclerotica trovasi foderata dalla *Coroide ar Boh*, derivata, siccome alcuni credono, dall' espansione della pia madre (§. 1532); la sua faccia riguar-

Tav. II. Fig. 53.

riguardante la Sclerotica, alla quale si congiugne mercè d'una tessitura cellolare, ugualmente che per via di nervi, e di vasi sanguigni, è tinta d'un bel nero. Si diè il nome di *membrana Ruyschiana* ad una rete vascolosa di ammirabile struttura, che ricopre da per tutto la divisata faccia della Coroide. Giunta questa in picciola distanza dall' orlo interiore della Sclerotica immediatamente unito alla Cornea (§. 1532), vi si attacca intorno intorno per via di un forte tessuto cellolare, a cui si dà poscia la denominazione di *Legamento cigliare*, ossia di *Anello cigliare*: indi spandendosi in giro da' varj punti di quello in direzion verticale, costituisce una spezie di diaframma, ossia di tramezzo *r a b o*, quasi parallelo al piano della Cornea A F C. Trovasi egli guernito d'un foro circolare *a b*, che dicesi *Pupilla*, atta a dilatarsi, oppure a ristrignersi secondochè si richiede una maggiore, o minor quantità di luce, per via di alcune fibre, le quali partendo alla guisa di altrettanti raggi dalla circonferenza del dichiarato tramezzo, sporgonsi fin presso alla circonferenza della Pupilla; ove diramandosi, la circondano similmente intorno intorno alla foggia di un anello. E' chiaro, che contraendosi le prime, uopo è la Pupilla si dilati; laddove forz' è, che si ristringa mercè la contrazione delle ultime.

Tav. II. Fig. 53.

1534. Siffatto tramezzo, che non senza ragione piace a molti di riguardarlo come di particolar natura, e non già come continuazione della Coroide (§. 1533), vien formato da due membrane, messe a ridosso l'una dell'altra. L'anteriore variegata di differenti colori

dice-

dicesi *Iride*: ella fa, ch'altri abbian l' occhio nero, altri bianco, altri turchino, ed altri di variato colore. La posteriore, rivolta verso il fondo dell'occhio, dicesi *Uvea*: ella è di color nero, ed è ripiegata in modo, che non è punto dissimile dalla corteccia d' un acino d' uva nera privato della sua polpa.

1535. Finalmente il nervo ottico spogliato in tal guisa delle membrane, che lo tenevano avvolto, spandesi tosto in un gran numero di sottilissimi filamenti, i quali intrecciandosi scambievolmente in mille guise, vengono a formare una spezie di finissima rete *m G H n*, che ricopre la Coroide fin presso alle vicinanze dell'Anello cigliare (§. 1533). Questa è quella, che dicesi *Retina*, destinata a ricever le immagini degli oggetti visibili, come di quì a poco dimostreremo. Giova quì però il mentovare, che il mezzo del nervo ottico, o per così dire il suo asse, nella parte, ond'ei s'interna nell'occhio, vien penetrato da un ramo arterioso, procedente dall'arteria oftalmica, il quale prende per tal motivo la denominazione d' *Arteria centrale*.

Tav. II. Fig. 53.

1536. Il globo dell'occhio, conformato, e costrutto nella maniera quì esposta, serve di attissimo ricettacolo a varj umori, il cui rifrattivo potere è tale, che i raggi, che vi s'internano, andandosi ad unire in varj punti al di sopra della Retina, dipingono quivi l' immagine dell' oggetto visibile. Il primo di cotesti umori dicesi *acquoso* per cagione della gran simiglianza, ch'egli ha coll' acqua, sì per rapporto alla sua limpidezza, e gravità specifica, che per riguardo alla potenza rifrattiva. Occupa

pa egli perfettamente le due cavità *o r*, *n m*, e rende così la Cornea A F C protuberante all' infuori. Le divisate due cavità essendo divise l'una dall'altra per via dell'Iride *r a b o*, comechè poi comunichino insieme col mezzo della Pupilla *a b*; ricevono il nome di *Camera anteriore*, e *Camera posteriore*. All'umore acquoso siegue immediatamente la *Lente cristallina e s*, così detta sì perchè la sua sostanza assomigliandosi ad una gelatina trasparentissima di notabil consistenza, sembra un picciol pezzo di cristallo, sì ancora perchè la sua forma è convesso-convessa alla guisa d'una lente: però la sua convessità è alquanto più notabile nella faccia posteriore. La sua gravità specifica paragonata a quella dell'acqua è come 11 a 10. Viene ella racchiusa in una particolar membrana assai fina, e trasparente; e'l suo lembo vien coperto da una spezie di picciola frangia circolare, formata da un gran numero di sottilissime fibre, le quali sporgonsi quivi dalla parte inferiore dell' Anello cigliare (§. 1533); ond'è, che soglionsi denominare *Processi cigliari*. E' caduto in pensiere a parecchi, che i medesimi servir potessero per alterare nelle occorrenze la forma della Lente cristallina, oppur per accostarla, ed allontanarla dalla Retina, per iscorger distintamente gli oggetti in varie distanze. Quel ch'è certo si è, che ne' cadaveri trovansi eglino sempre privi di qualunque sorta di attacco colla Lente accennata.

Tav. II. Fig. 17.

1537. Tutta la rimanente cavità dell'occhio, ossia *la terza Camera m G H n*, ch'è al di là della Lente cristallina, trovasi ripiena d'un'altra sostanza, la quale essendo assai copiosa, le

Tav. II. Fig. 59.

fa

fa prender la figura d'un globo. Dicesi questa *Umor vitreo*, e somiglia di molto il bianco d' un uovo, anche in genere di consistenza: del resto la sua gravità specifica, e 'l rifrattivo potere, eccedono di poco quelli dell'acqua. E' avvolto anch esso da una finissima membrana, detta *hyaloide;* ed ha una picciola cavità nella parte d'avanti, che in se riceve, ed abbraccia la faccia posteriore della Lente cristallina.

1538. Dichiarata a sufficienza la struttura interna dell'occhio per quanto richiede il nostro proponimento, altro non manca per poter intendere il meccanismo della vista, salvochè l' applicazione delle teorie, che si son dichiarate negli Articoli antecedenti.

Tav. II. Fig. 53.

1539. Per la qual cosa egli è ben di risovvenirsi, ch'essendo l'occhio A B C rivolto all'oggetto E, da ciascuno de' punti di cotesto verrà scagliato un fascio di raggi divergenti *c E d* (§. 1494), cui chiameremo d'ora innanzi *Pennello luminoso*. Giunto questo alla Cornea A C, il raggio di mezzo E F, ovvero il suo asse, a cui si dà il nome di *Asse ottico*, attraversando perpendicolarmente sì la Cornea anzidetta, che la massa degli umori dell'occhio, andrà per certo irrefratto al punto B della Retina. Se i rimanenti raggi *E c*, *E d*, ec; soggiacessero all' istessa sorte, andrebbero essi innanzi secondo le direzioni *c H*, *d G*; e conseguentemente impediti dall'Iride *r a b o*, non potrebbero internarsi dentro la Pupilla *a b*. Che però avendo la saggia Natura costrutta la Cornea di densità differente da quella dell'aria, d'onde procedono i detti raggi; ed avendo inoltre ripiene dell' umore acquoso entrambe le Camere, anterio-

teriore, e posteriore *o r*, ed *n m* (§. 1536); uopo è, che quelli deviando dal lor sentiere, ed approssimandosi alla perpendicolare (§ 1502), prendano le direzioni *c e*, e *d s*; cosichè trapassando al di là della Pupilla, vanno a cadere sulla Lente cristallina *e s*. Scorrerebbero eglino i sentieri *s g*, *e h*, se penetrandola non venissero a soffrire alcuna rifrazione: ma poichè essendo la detta Lente più densa dell' umore acquoso, è forza che di bel nuovo si avvicinino alla perpendicolare; verranno essi tramandati fuori lungo le rette *s B*, *e B*, anche in virtù del rifrattivo potere dell' umor vitreo; talchè andranno finalmente a concorrer tutti nel punto B, e dipingeranno quivi l'immagine distinta del punto E, da cui vengono scagliati. La qual cosa succedendo ugualmente per rispetto agli altri punti del supposto oggetto; può comprendersi benissimo com' egli si renda visibile in tutte le sue parti all' occhio stesso A B C. Siffatta progressione de' raggi tramandati da' varj punti d' un oggetto, e quindi schierati in fondo all' occhio al di sopra della Retina, vedrassi chiaramente rappresentata nella Fig. 54, ove i varj pennelli luminosi A B, C D, E F, lanciati da' varj punti G, H, I, dell' oggetto, rifratti, e incrocicchiati nella Lente cristallina N O, vanno a dipingere la sua immagine ne' rispettivi punti K, L, M, della Retina, e conseguentemente in situazione rovesciata.

Tav. II. Fig. 54.

1540. Gli esperimenti ci fan palese, che tutti i punti raggianti, il cui foco va a ferire non già la Retina, ma bensì il tronco del nervo ottico, da cui quella si dirama, ci si rendono affatto invisibili; e ciò per cagione dell' arteria

centrale, onde abbiam detto (§. 1535) essere occupato il suo asse. Questo fenomeno avvien molto sovente nell'atto che vediamo; e quindi o tutto, o parte di taluni oggetti ci si rende invisibile in quell'istante: ma è tale la mobilità dell'occhio, ch' essendo un tal effetto di cortissima durata, non ci si rende sensibile a verun patto, nella guisa medesima, che neppur ci accorgiamo dell'istantanea cecità, che in noi cagiona il rapidissimo chiuder delle palpebre. Nulladimeno però si può agevolmente contrarre l'abituazione di far in modo, che il foco d'un fascio qualunque di raggi vada a ferire il centro del nervo ottico, cui la Natura ha provvidamente collocato verso un angolo del fondo dell'occhio, accostantesi al naso. Io soglio attaccare tre pezzettini di carta rossa a un muro bianco all'altezza della mia testa, e alla distanza di circa un palmo l'un dall'altro, talchè formino una fila orizzontale. Ciò fatto, mi ritiro in dietro dal muro per circa quattro palmi; e chiudendo con una mano l'occhio destro, rivolgo il sinistro al pezzetto di carta, ch'è a destra: mi si rendono visibili nel tempo stesso e questo pezzetto, e l'altro, ch'è a sinistra; ma quel di mezzo scomparisce del tutto, come s'egli non vi fosse sulla faccia del muro. Se tenendo aperto lo stess'occhio, lo dirigo al pezzettino di mezzo, scomparisce soltanto quello di sinistra. Se finalmente chiudo l'occhio sinistro, e col destro fisso lo sguardo al pezzettino di sinistra, veggo questo, e l'altro, ch'è a destra, ma perdo affatto di vista il pezzettino di mezzo; per esser eglino in quelle tali posizioni dell'occhio diametralmente oppo-

posti al centro del nervo ottico. Il principal requisito per riuscire in questo esperimento si è quello di *fissar determinatamente* l'occhio aperto su'l pezzettino indicato in questa regola, e non riguardare l'altro, che dee anche comparire, se non colla coda dell'occhio. Fino a tanto che non si sarà acquistata questa pratica, sembrerà, che l'esperimento non sia punto riuscibile.

1541. S'egli avvien mai, che la convessità della Cornea vengasi ad accrescere per la grande abbondanza degli umori; oppur che il potere rifrattivo di cotesti si venga ad aumentare per l'accresciuta loro densità, o per altre cagioni; se finalmente la Lente cristallina rendesi più lontana dalla Retina di quel che si richiede per far che i raggi si vadano ad unir sopra di quella; ne dovrà necessariamente seguire, che il pennello luminoso *b A c*, scagliato dal punto A collocato in qualche distanza, sarà ivi rifratto a tal segno, che i suoi raggi *A r*, *A s*, andranno a concorrere nel punto *f* prima di giugnere alla Retina; ond'è, che dopo di essersi scambievolmente incrocicchiati in tal punto, procederanno nelle direzioni *fm*, *fn*; ed andando ad occupare in quella lo spazio *mn*, non potranno ivi produrre la vista distinta del punto A. Questa viziosa disposizione delle parti dell'occhio, molto frequente ad incontrarsi ne' giovani, dicesi *Miopia*; e *Miopi* si dicon coloro, il cui occhio è conformato in tal guisa. Costoro han per costume di riguardar gli oggetti assai da vicino; poichè in tal caso essendo i raggi lanciati con maggior divergenza, come apparisce dalla Fig. 54, ove i raggi P S, Q S, sono assai più divergenti di G S, I S,

Tav. II. Fig. 55.

Tav. II. Fig. 54.

non saranno forzati ad unirsi sì tosto dalla gran rifrattiva potenza delle parti dell' occhio, e quindi il lor foco potrà giugnere infino alla Retina, e dipingere quivi una immagine distinta; scorgendosi mercè le lenti artifiziali, che l' immagine del corpo luminoso, da' cui raggi sono elleno investite, fassi tanto più chiara, e distinta, quanto più si minora la superficie del cerchio luminoso, che rappresenta il lor foco (§. 1524).

1542. Tutto il contrario accade ne' *Presbiti*, ossia in coloro, il cui occhio per cagioni affatto opposte a quelle, che si son mentovate nel §. antecedente, ha un potere rifrattivo poco notabile; cosicchè i raggi, esempigrazia, del pennello *m A n* non essendo rifratti a sufficienza, andrebbero a concorrere nel punto B al di là della Retina: ma poichè il proceder tant' oltre viene loro vietato dalle membrane componenti il fondo dell' occhio, vanno ivi ad occupare lo spazio *d e*, e quindi rendonsi disadatti a formar l' immagine del punto raggiante A. Questa viziosa disposizione dell' occhio è assai comune a' vecchi, in cui le parti dell' occhio stesso soglionsi alquanto appianare per cagion di scarsezza di umori. Di quì è che i medesimi possono veder bene gli oggetti lontani; conciossiachè i raggi tramandati da quelli essendo naturalmente più convergenti, malgrado il lieve potere di rifrangere del loro occhio, andranno unitamente a concorrer sulla Retina. Così i raggi G S, I S, tramandati dall' oggetto G I, collocato in notabile distanza dall'occhio R I T, sono meno divergenti de' raggi P S, Q S, tramandati dall' oggetto P Q, che si ritrova in maggior vicinanza all' occhio divisato.

Tav. I. Fig. 17.

Tav. II. Fig. 54.

1543. La scienza della Natura ci fornisce de' mezzi agevolissimi per poter rimediare a siffatta sorta d'inconvenienti. Ricorre ella tosto al poter delle lenti; e propone ai Miopi gli occhiali formati da lenti concave, ed ai Presbiti all'opposto gli occhiali convessi. Rivolgendo in fatti lo sguardo alla Fig. 55, manifestamente appare, che laddove i raggi *Ab*, *Ac*, seguendo il naturale lor corso, andrebbero a ferire la Lente cristallina ne' punti *r*, ed *s*, e quindi si unirebbero nel foco *f* prima di giugnere alla Retina (§. 1541); tostochè si applica innanzi all'occhio la lente concava CD, rendendosi eglino alquanto più divergenti per l'efficacia di quella (§. 1528), andranno sulla Lente cristallina nelle direzioni (*b d*, *c e*, e conseguentemente formeranno il lor foco alquanto più in là del punto *f*, e propriamente in B, che trovasi precisamente al di sopra della Retina. Tutta l'attenzione, che vuolsi avere in tal caso, consiste nello scegliere lenti concave di tal curvatura, che rendano i raggi divergenti al segno, che vadano poscia a concorrere esattamente sulla Retina.

Tav. II. Fig. 55.

1544. Facendo attenzione in simil guisa alla Fig. 17, rendesi manifesto, che i raggi *A b*, *Ac*, deviando da' loro sentieri *b m*, *c n*, che gli porterebbero a concorrere nel punto B al di là della Retina, si faranno più convergenti per virtù della lente convessa G D (§. 1528); cosicchè andando a ferire ne' punti *o*, *x*, la Lente cristallina, andranno quindi a concorrere nel punto S, ch'è nel fondo dell' occhio. Per iscegliere la convessità degli occhiali, atta a produrre il divisato effetto, fa assolutamente mestieri di ricorrere agli esperimenti.

Tav. I. Fig. 17.

1545. Le fin quì dichiarate dottrine possono tutte rendersi evidentissime col mezzo del fatto. Non si ha a far altro, se non se prendere, a cagion d'esempio, un occhio di bue; e recisa quella parte della Sclerotica, e della Coroide, che ne ricopre il fondo, unitamente alla Retina, adattarvi una pellicina sottile, od anche una carta oliata, affinchè non iscorran fuori gli umori. Se dopo di averlo così preparato s'applichi la Cornea ad un foro praticato nell'uscio della finestra d'una camera oscura, vedrassi l'immagine degli oggetti esteriori, collocati in una determinata distanza, dipinta al rovescio al di sopra della carta con tutti i suoi colori. Si scorge di vantaggio, che siffatta immagine si minora, oppur si accresce, secondo la maggiore, o minor lontananza dell'oggetto dall'occhio; in guisachè s'ella è di mezza linea, essendo l'oggetto in distanza di 12 piedi, divien poscia d'una linea, ove quello sia lontano di soli sei piedi; corrispondentemente a ciò, che si è già dichiarato nel §. 1522.

1546. Suol benanche costruirsi un occhio artifiziale mercè d'un picciol globo di metallo guernito di varie lenti, atte a rappresentare l'immagine de' varj oggetti su 'l fondo di quello. Può altri ottenere col mezzo suo le più chiare riprove delle dottrine da noi esposte intorno alla Miopìa, e Presbiopìa (§. 1541, 1542); conciossiachè adattando nell'interno dell'occhio lenti più convesse, o più piane di quelle, che si richieggono per dipinger distintamente gli oggetti al di sopra della Retina, o vogliam dire in fondo all'occhio, si rileva, che la loro immagine è assai confusa, ed imperfetta. Ciò

non

non ostante però, coll'applicare innanzi all'occhio medesimo una lente convessa, se la lente interiore anzidetta è più piana del dovere, ovvero una lente concava, s'ella è più convessa di quel che si richiede; si fa in maniera, che i raggi vadano a concorrere precisamente nel fondo dell occhio, e quindi che si rappresenti quivi l'immagine del tutto chiara, e distinta.

1547. Egli è ben di sapere intorno a questo proposito, che l'impressione fatta da' raggi della luce al di sopra della Retina, non è punto istantanea nella sua durata. E poichè mercè di essa, con artifizio del tutto ignoto a noi, si risveglia nell'anima la percezione dell' oggetto visibile, che la produce; ne vien quindi a derivare, che malgrado l'assenza di quel tale oggetto, che ci ha colpito poc anzi, proseguiamo a vederne l immagine per un brevissimo spazio di tempo. Ch'ei sia così, cel persuade pienamente un tizzone infocato, portato in giro con qualche rapidità, il quale non lascia giammai di rappresentarci una spezie di nastro circolare di color rosso di fuoco, pel solo motivo, che non cancellandosi immediatamente le impressioni fatte nell occhio da ciascuna delle sue parti in ciascuno de' punti di quel cerchio, vengono esse rappresentate tutte all anima nel tempo stesso; e quindi esprimon così un cerchio luminoso. Da varj esperimenti praticati da Fisici illustri sembra risultare, che la durata dell anzidetta impressione suole ascender d ordinario ad un minuto secondo.

1548. E' tale l'indole dell' organo della vista, che non differisce punto da quella degli altri organi sensorj: vale a dire, che siccome un

suono forte non ci fa sentire il debole; un dolore intenso rende insensibile un altro più mite; un odore acuto distrugge quello, ch'è più lieve, ec; così del pari l'impressione originata nell'occhio da una luce assai viva, o fa scomparire totalmente, oppure offusca in buona parte quell'altra, che vi cagiona uno splendore più debole. Questa è la ragione, onde accade alla giornata, che coloro, i quali sono collocati in una stanza, suppongasi al pian terreno, distinguono benissimo le persone, che sono nella strada, senza poter esser affatto veduti da quelle. Chi si trova in istrada ha l'occhio colpito da una luce viva, che gli rende insensibile l'impressione di quella della stanza, la quale per verità e molto debole al suo paragone.

ARTICOLO VI.

Di alcuni particolari Fenomeni riguardanti la Vista.

1549. Il primo motivo di curiosità, naturalissimo ad eccitarsi per avventura in coloro, i quali vorranno esaminar con ponderazione il modo meccanico, onde abbiam detto poc'anzi formarsi in noi la vista, è quello di sapere d'onde mai addivenga, che veggiam costantemente gli oggetti diritti ad onta della loro immagine capovolta in fronte alla Retina (§. 1539). Per verità la ricerca è del tutto ragionevole; ond'è, che parecchi Filosofi si son presa la pena di ridurla ad esame. Tra i varj pareri da esso loro adottati, che per altro son molti, non ve n'ha che due, i quali mi sembra-

brano attissimi alla spiegazion del fenomeno. L'unica ragione, per cui l'immagine degli oggetti dipingesi capovolta al di sopra della Retina, si è l'incrocicchiamento de' raggi nel passar per gli umori, siccome si è osservato (§. 1539). Or quantunque il punto G dell'oggetto venga nella Retina rappresentato in K, e 'l punto I in M, nientedimeno però l'anima, che ne percepisce la sensazione, rapporta il punto K a G col mezzo del raggio K G, per cui l'ha ricevuta; e corrispondentemente riferisce M ad I lungo il raggio M I: cosicchè rapportando ella in tal modo il punto inferiore K a quel di sopra, ch'è G; e 'l superiore M al punto I, che si trova di sotto; ne dee per necessità avvenire, ch'ella vedrà l'oggetto G I ritto in piedi, non ostante che la sua immagine stia rovesciata in fronte alla Retina. Le rette K G, M I, sono gli assi de' pennelli luminosi A B, E F, lungo i quali assi veggiamo noi costantemente le immagini de' respettivi punti dell'oggetto, da cui sono quelli tramandati siccome c' insegnano le osservazioni.

Tav. II. Fig. 54.

1550. V'ha poi di coloro, i quali riflettono, che *diritto*, e *rovescio* sono idee relative; e che allora un uomo, esempigrazia, si giudica esser capovolto, quand' egli tenga i piedi in alto, ov' altri ergono il capo. Or s' egli è verità di fatto, che tutti gli oggetti dipingonsi rovesciati in fondo alla Retina, non si altererà in nulla il lor rapporto scambievole: tutti gli animali avranno i loro piedi contro la terra; su cui avranno in simil guisa le loro fondamenta tutti gli edifizj. D'altronde le sommità di questi, il capo degli animali, le cime degli alberi, e co-

se

se simili, guarderan tutte uniformemente verso il cielo. Qual ragione dunque può esservi giammai per giudicar rovesciati cotesti oggetti, se in nulla viene alterato il lor naturale, e scambievol rapporto? Serviamoci in conferma di ciò di un semplice paragone. A voler considerare i nostri antipodi relativamente alla nostra posizione, non v'ha dubbio, che dobbiamo figurarceli capovolti, essendoci eglino diametralmente opposti co' loro piedi. Consideriamo un poco la lor posizione assoluta come se effettivamente fossimo fra di loro: non ritroveremo ombra di motivo per dire d'esser eglino rovesciati; conciossiachè appoggiansi essi co' piedi sulla faccia della Terra, ed hanno tutti il capo rivolto al cielo non altrimenti che noi.

1551. Il secondo motivo di stupore si è il considerare, che ad onta della doppia immagine di un oggetto, che si dipinge ne' due occhi, in realtà non ne scorgiamo che un solo. Quante supposizioni non si son fatte per ispiegare un tal fenomeno! Chi ha voluto supporre, ch' entrambi i nervi ottici, mercè di cui recasi all'anima la sensazione della vista, andassero ad incorporarsi scambievolmente prima di giugnere a' loro *talami*, d'onde si diramano; e quindi che ambe le immagini si andassero quivi a confondere. Chi ha preteso, che l'unità dell'oggetto derivi unicamente dalla riflessione dell'anima, la quale rileva coll'esperienza non esservene che uno, malgrado che le venga egli rappresentato come doppio; ed in conseguenza, che nella prima età, allorachè l'anima non è ancora istrutta di cotesti fatti, ogni oggetto n realtà comparisce raddoppiato. Altri han tenuto

nuto oppinione, che ciò provenisse dal far noi uso d'un occhio alla volta, malgrado l'errore, in cui siamo di adoperarli tutt'e due nel tempo stesso. In somma chi si è attenuto a un partito, e chi a un altro. Il migliore di tutti a me sembra esser quello di dire, che l'unità de' gli oggetti debbasi attribuire alla perfettissima simiglianza delle due immagini, la quale risulta dal farsi le impressioni de'raggi in punti d' entrambe le Retine totalmente corrispondenti. Ciò fa sì, che l'anima non sia valevole a distinguere l'una dall'altra; ond'è poi, che mancando una tal condizione, veggonsi di ragione gli oggetti raddoppiati. Volete assicurarvene col fatto? Premete un po' un occhio obbliquamente col dito, sicchè rimanendo l'altro nella sua piena libertà, venga ad esser quello alquanto distratto: vedrete immantinente gli oggetti raddoppiati, siccome appunto accade a coloro, che patiscon di *strabismo*. E poichè in tal caso altro non succede, che dirigere gli assi ottici in maniera, che non vadano essi a ferire punti corrispondenti in entrambe le Retine, dà ciò una fortissima riprnova della ragionevolezza della testè accennata sentenza. In fatti dirigendo noi ambidue gli occhi all' istesso punto visibile nella vista libera, facciamo ivi concorrere tutt' e due gli assi ottici; nè vediamo con distinzione, salvochè quel punto solo, giacchè il rimanente dell' oggetto si scorge in confuso, come ognuno potrà sperimentare da se stesso. Ora gli occhi essendo ivi ugualmentediretti, l'estremità degli assi ottici dovranno necessariamente ferire ambedue le Retine in punti corrispondenti.

1552. Affin di render sensibile tutto questo,

io

io soglio istituire il seguente esperimento. Ergo un bastone verticalmente in faccia al muro d' una stanza, e poi mi pongo a rincontro in distanza di due, o tre palmi. Prendo fralle dita in situazion verticale un pezzo di crine, un bastoncino di ceralacca, o altra simile cosa; ed in mancanza di tutto ergo il mio dito indice; e tenendolo nella direzione del naso, discosto per circa sei pollici, l'oppongo così direttamente al bastone. Tutte le volte ch' io fisso *attentamente* lo sguardo sovra il bastone, non ne scorgo che un solo: veggo bensì raddoppiato il mio dito, comechè la sua immagine sia alquanto confusa. Se in tale stato di cose fisso il mio sguardo su'l dito, lo veggo unico immediatamente, e mi si raddoppia il bastone; la cui vista è alquanto confusa, laddove il dito mi comparisce distinto. Volendo ragionare un poco su tal fatto, si rileverà senza veruna fatica, che quand' io rivolgo entrambi gli occhi al bastone, fo necessariamente concorrere in un punto di quello ambidue gli assi ottici (§. 1551); e quindi fo sì, ch' essi vadano a ferire punti corrispondenti in entrambe le Retine. Egli è vero, che nel tempo stesso veggo confusamente anche il mio dito; ma è similmente fuor di dubbio, che non essendo i miei occhi direttamente fissati su quello, non è possibile, che i pennelli luminosi scagliati da' varj suoi punti, vadano a cadere su punti analoghi nel fondo di tutt' e due gli occhi. Ma da ciò siegue il raddoppiamento dell'oggetto, laddove nel primo caso appariva egli d' essere un solo: v'ha dunque grandissima ragion di credere, che l'unità dell' oggetto, malgrado le due immagini, che si formano negli occhi, de-

derivi unicamente dalla perfettissima simiglianza di quelle, cagionata dal farsi l'impressione su punti del tutto analoghi in fronte alla Retina.

1553. Giova poi riflettere di vantaggio, che questa spiegazione è del tutto conforme all'indole degli altri organi sensorj, intorno a'quali scorgiamo, che non ostante l'opera di due orecchie, di due narici, di due mani, non udiamo che un suono, non sentiamo che un odore, non tocchiamo che un corpo. E siccome ciò non deriva che dalla perfetta simiglianza di siffatte impressioni, cosicchè l'anima è del tutto incapace di distinguerle, e non già da veruna sorta d'incorporamento tra i nervi de'divisati organi; nell'atto che si conferma la spiegazione rapportata di sopra (§. 1552), si rovescia similmente l'ipotesi appoggiata sull'intima mescolanza de'nervi ottici (§. 1551); tanto vie più, che la medesima è oltremodo dubbiosa. Al che vuolsi aggiugnere, che se l'unità degli oggetti dipendesse per avventura da una tal mescolanza, non mai dovrebbero essi comparir raddoppiati, contro ciò che abbiam veduto accadere ne' casi riferiti (§. 1551, *e segu.*). L'insussistenza dell'oppinione dell'insigne Conte di Buffon, cioè a dir che i bambini su'l primo lor nascere veggono gli oggetti raddoppiati, fino a tanto che l'anima acquista la pratica di correggere un tal errore (§. 1551), si fa tosto palese dal ponderare, che un cieco nato, a cui fu renduta la vista col deprimergli le cateratte, cominciò a vedere gli oggetti semplici dal primo momento, ch'essi gli ferirono gli occhi.

1554. Dal concorso d'entrambi gli assi ottici in un sol punto dell'oggetto visibile, avviene

ne senz' alcun dubbio, che per quanto ci sembri di vedere distintamente a un colpo d'occhio tutte le parti di quel tale oggetto, su cui teniam rivolto lo sguardo, nulladimenó non abbiamo la vista distinta, altrocnè di un punto solo. Se ciò per avventura vi sembra strano, io vi propongo un mezzo facilissimo per rendervene convinti. Aprite un libro qualunque, e gettate lo sguardo sopra d' una delle sue pagine. Vi parrà a primo lancio di scorgerne distintamente tutte le lettere nel tempo stesso. Egli è però un grandissimo inganno. Fateci un poco di riflessione, e vi accorgerete, che per poter *distintamente* vedere una sola lettera, uopo è, che fissiate gli occhi particolarmente su quella; ed allora vedrete anche le altre, ma molto confusamente. Vi dico anche di più, ed è, che facendovi ulterior riflessione, rileverete col fatto, che volendo *distintamente* scorgere un punto solo di quella semplice lettera, vi sembrerà parimente distinta la rimanente parte della medesima.

1555. S'egli è vero esser l'occhio una macchina diottrica composta di differenti mezzi atti a rifrangere i raggi, ed a farli concorrere in un foco al di sopra della Retina, com'è possibil poi, ch' egli possa distintamente scorgere gli oggetti collocati in varie distanze? Se facendo uso dell' occhio artificiale (§. 1546), veggiamo dipinta con distinzione su 'l vetro appannato, che costituisce il suo fondo, l'immagine d' un oggetto collocato in distanza di sei piedi; per far che un altro distante 15 piedi vi si possa rappresentare con egual distinzione, fa mestieri assolutamente, che il detto vetro, ch' è figu-

è figura della Retina, si spinga alquanto più addentro col mezzo della sua vite, oppur che la lente oggettiva gli si accosti di vantaggio; siccome uopo è che si pratichi il contrario qualora l'oggetto fosse più vicino. Or come tutto ciò accada nell'occhio è sommamente arduo a determinarlo. Il ricorrere, come parecchi han fatto, all'efficacia de'processi cigliari (§. 1536), e'l supporli idonei o ad avanzare alquanto la Lente cristallina verso l'Iride, o a renderla più convessa giusta l'idea di Cartesio, non par cosa punto soddisfacente; sì perchè i processi anzidetti non sono di natura muscolosa, sì ancora perchè non le si ritrovano attaccati, ma soltanto sovrapposti. E quantunque il dottissimo Haller inclini a credere, che ciò avvenga unicamente ne'cadaveri, pure confessa egli medesimo, che l'aderenza non si fa che col mezzo d'una mucillagine dilicatissima, niente atta ad esercitar quella forza, che si richiede per rimuovere dal suo sito, oppur per cangiar la forma della Lente cristallina. Sembrerà dunque molto più ragionevole il credere con Molinetti, con Boerhaave, e con tanti altri insigni soggetti, che ne'casi accennati vengasi ad alterare l'intiera forma dell'occhio per forza de'suoi muscoli attissimi ad accorciarlo, ovvero a renderlo più lungo secondo che l'uopo il richiede. E per verità sentiamo costantemente negli occhi una certa sensazione fastidiosa tutte le volte che ci sforziamo di vedere un oggetto, il quale sia o vicino di molto, oppur lontano d'assai. A me accade alla giornata, che avendo un libro fra le mani, cui sto leggendo per qualche ora con grande attenzione, qualor

lor tolgo da esso lo sguardo per rivolgerlo tutto ad un tratto, supponiamo alla finestra, o a qualche persona, ch'entra nella mia stanza, la vista di quel tale oggetto mi si rende assai confusa in quel primo istante: tosto però divien ella distinta, e mi sento succeder nell'occhio qualche sorta di alterazione, ch'io non so qual sia, ma so che mi spiace. Se dopo d'esser ciò seguito ritorno a gettar di lancio l'occhio su 'l libro, no 'l ritrovo atto in quell' istante a poter distintamente leggere in quella picciola distanza: lo divien egli però nel momento che siegue; ma non lascio di provare la mentovata spiacevole sensazione. Non reputo neppure inverisimile l'oppinion di coloro, i quali suppongono, che la vista degli oggetti lontani ci si rende pressochè ugualmente distinta che quella de' vicini col mezzo della dilatazione, e del ristrignimento della pupilla; sulla considerazione che la sua apertura più ristretta farà passar sulla Retina que' raggi soltanto, che saran più prossimi all'asse; laddove l'apertura maggiore permetterà, che vi s'introducano parimente i raggi laterali, e più obbliqui. Or egli è certo, che questi ultimi, attesa la loro obbliquità maggiore, non si andranno ad unire in un punto ugualmente distante dalla Cornea, chè quell' altro, ove andranno a concorrere i raggi centrali. Qualche cosa di simile vedesi effettivamente seguire nella Camera oscura in virtù de' notabili ristrignimenti della sua apertura. E chi sa se le due quì mentovate cagioni non concorrano entrambe unitamente a produrre lo stesso effetto?

Tav. II. Fig. 54.

1456. Abbiamo altrove dimostrato (§. 1539), che

che gli assi G S, I S, de' pennelli luminosi A B, E F, frastagliandosi scambievolmente nell' occhio, vanno quindi a ferire i punti K, M, della Retina, e a dipingervi l'immagine M K. Or l'angolo G S I, formato da cotesti raggi, dicesi *Angolo ottico*, a cui è sempre uguale l'angolo opposto al vertice M S K; e siccome G S I ha per base l'oggetto visibile G I, così M S K ha per base la detta sua immagine K M. Abbiamo osservato nell'esperimento praticato coll' occhio di bue (§. 1545.), che siffatta immagine si minora a misura che l'oggetto è più lontano dall'occhio, ed a vicenda; e corrispondentemente vediamo, che l'angolo ottico G S I, e 'l suo uguale M S K, spettanti all'oggetto lontano, sono minori dell'angolo P S Q, e del suo opposto al vertice V S X, appartenenti al medesimo oggetto più vicino. Essendo dunque indubitato, che l'angolo ottico maggiore forma una maggiore immagine in faccia alla Retina, ed al contrario; egli è parimente fuor di dubbio, che la grandezza dell'angolo ottico è il mezzo principale, di cui l'anima si serve per farci rilevare la grandezza degli oggetti. Non per questo però dir si dee d'esser egli il solo. Imperciocchè se così fosse, un oggetto qualunque posto alla distanza, esempigrazia, di 10 piedi, dovrebbe comparirci doppiamente più grande di quel che si scorge alla distanza di 20 piedi, essendo l'angolo ottico nel primo caso esattamente doppio di quello del secondo: eppur la cosa non è così in effetto. Uopo è dunque affermare, che in occorrenze di tal natura prende gran parte un certo giudizio dell'anima, derivato dall'osservazione, e da

una lunga pratica, il quale rettifica in certo modo quello, che risulta dall'efficacia dell'angolo ottico. Ponete una persona, ch'è vivuta in paesi mediterranei, a fronte d'un Piloto, o d'un Capitano di nave; e fate che osservino entrambi un legno assai distante in alto mare. Nell'atto che il primo giudicherà asseverantemente esser quello un picciolo battello, il Capitano vi dirà a colpo sicuro, ch'egli è un vascello d'alto bordo: nè vi sarà pericolo che sbagli, essendo egli istrutto da una lunga pratica, che le grandi navi collocate in quella distanza soglion sempre apparire di quella tal picciolezza: e così ragionate del resto.

1557. Anche nel determinare la distanza degli oggetti, forz'è, che l'anima ricorra all'indicato giudizio prudenziale, derivante da una lunga, e consumata abituazione: e di coloro, che l'hanno acquistata, sogliam dir d'ordinario, che hanno il compasso negli occhi. Un buon Cacciatore, un esperto Ingegnere, sapran determinarvi a colpo d'occhio talune distanze con una precisione notabile; laddove un'altra persona, a cui manca tal pratica, ne formerà un giudizio assai lontano dal vero. Di fatti il cieco nato, a cui furon depresse le cateratte, perchè del tutto sfornito di uso non potea formare verun giudizio delle distanze, parendogli ch'ogni cosa, benchè lontana, gli saltasse su gli occhi. Per altro i mezzi ordinarj, cui l'anima suole adoperare in tal caso, sono, prima di tutto, la grandezza degli oggetti conosciuti; cosicchè un uomo, esempigrazia, la cui statura ci è nota, si giudica esser molto lontano qualora si vede molto picciolo; un bue, che pa-

scen-

scendo sulla cima d'un colle, ci sembra grande come un capretto; si reputa immediatamente esser molto distante. Che ciò sia vero apparisce chiaro dall' incapacità, che abbiamo di valutar le distanze di que' tali oggetti, la cui grandezza ci è ignota. Coloro, i quali han viaggiato per contrade straniere assai montuose, avran ravvisato per pruova quanto sia facile l' ingannarsi nell' assegnar la distanza d' una montagna, oppur d' un minaccioso borrone. In secondo luogo l' impressione più debole, o più vivace, cagionata in noi dagli oggetti, fa sì, che gli reputiamo più lontani, o più vicini; essendoci noto per esperienza, che gli oggetti posti in vicinanza tramandano luce più viva di quegli altri, che son più rimoti. Vuolsi dir lo stesso del vederli ben distinti, o confusi; scorgendosi alla giornata, che la distinzione degli oggetti si scema colla lor lontananza. Volgete lo sguardo al Vesuvio di Napoli, alla Costa di Sorrento, a Capri, o ad altri luoghi del delizioso *Cratere*, allorachè dopo una dirotta pioggia scorgesi l' aria del tutto pura, e serena: vi parranno essi ingranditi, e sì vicini, quasichè gli poteste toccare collo stender della mano; dovechè in diverso stato dell' atmosfera vi sembreranno più piccioli, e rimoti d' assai. Ciò deriva, siccome ognun comprende, dal comparirci eglino forte illuminati, e distinti nel primo caso, e più oscuri, e confusi nel secondo. Corrispondentemente a siffatte idee veggiamo avvenire con nostra gran sorpresa, e diletto, che un Pittore usando l' artifizio d' impicciolire tratto tratto la grandezza degli oggetti, e d' indebolire gradatamente le loro tin-

 te,

te, giugne a farci illusione tale; che non solo ci fa comparire gli uni collocati al di dietro degli altri, ma ci fa scorgere una sterminata lontananza sopra un picciolo quadro di un sol piede. Finalmente a far che l'anima determini con precisione la distanza degli oggetti contribuiscono moltissimo gli altri oggetti intermedj, qualor ve ne sono; imperciocchè dalla somma di picciole distanze separatamente rilevate, formasi poi la stima dell'intiera distanza dell' ultimo oggetto. Credono taluni, che gl'indicati giudizj possano talora venire avvalorati dalla percezione della maggiore, o minor divergenza degli assi ottici, i quali siccome abbiam notato (§. 1554), vanno entrambi a concorrer nell'oggetto, oppur da quella degli altri raggi, che s'internano nell'occhio; cosicchè nel primo caso gli oggetti si reputano vicini, e nell'altro collocati in distanza.

1558. E' cosa d'avvertirsi però, che in genere di distanza la Natura ha stabiliti certi limiti, al di là de'quali niun oggetto ci si può render visibile. Così scorgiamo col fatto, che trattandosi di oggetti vicini, non è possibile di potersi vedere con distinzione (essendo la vista perfetta), se non sono collocati in distanza di sei in otto pollici dall' occhio. Essendo eglino più vicini, i raggi da essi tramandati entrano nell'occhio con tal grado di divergenza (§. 1541), che il potere rifrangente degli umori di quello non è valevole a farli convergere quanto basta per poterli riunire in un foco. Di quì è, che non si può dipingere la loro immagine in fondo della Retina. D'altronde a misura che gli oggetti si allontanano dall'

oc-

occhio, l'angolo ottico si va facendo minore (§. 1556), fino a tanto che arriva a tal picciolezza, che uguaglia a mala pena 31 minuti secondi. In tal caso cominciano essi a vedersi confusi; e la distanza ove debbonsi ritrovare per far che questo succeda, uopo è che sia tale, giusta gli esperimenti del Signor Mayer, che superi di circa sei mila volte il proprio lor diametro. Quindi è, ch'essendo noto il diametro di un oggetto qualunque (lo supponiam sempre illuminato a sufficienza), si può agevolmente determinar la distanza, fino a cui potrà egli scorgersi distinto. Tostochè il detto angolo giugne ad uguagliare un minuto secondo, divien l'oggetto invisibile, siccome accade appunto per rapporto a' tagli ed agli angoli degli edifizj; ond' è poi, che le torri quadrate ci sembrano del tutto rotonde.

1559. Par cosa naturale il concepire, che il moto dell'immagine della Retina fa percepire all'anima il moto dell'oggetto. Lo scorgiamo palesemente ne' vertiginosi, ed ubbriachi, i cui nervi soffrendo delle violente, ed insolite commozioni in quell'atto, fan loro parere, che si aggirino intorno le case, ed altri oggetti, che realmente non si muovono. Risulta dalle osservazioni, che qualora il cammino descritto dall'oggetto in tempo d'un minuto secondo è sì lieve, che occupa nella Retina uno spazio minore di 15 secondi, siamo del tutto incapaci di ravvisare il suo movimento; e quindi ci comparisce egli immobile.

1560. Essendo noi collocati in un luogo elevato, oppure in mezzo ad una vasta pianura, sembra che la nostra vista venga limitata tutt' in-

intorno da un cerchio immaginario, il cui centro è il nostro occhio, e che abbiam detto denominarsi *Orizzonte sensibile* (§. 207). V' ha mille modi per potersi assicurare per via di esperimenti, che il *campo della vista*, ossia la parte di cotesto cerchio, cui l' occhio abbraccia ad uno sguardo (quando si faccia uso d' un occhio solo) adegua un intiero quadrante; e conseguentemente un semicerchio, qualora tengonsi aperti entrambi gli occhi. Ciò dipende, com' è manifesto, dalla quantità dell' angolo ottico (§. 1556), la cui grandezza vien limitata dall' apertura della pupilla. Il raggio poi del divisato cerchio limitatore si aumenta a proporzione che l' occhio, oppur gli oggetti visibili trovansi più elevati; inguisachè essendo egli di circa 6 miglia per coloro, i quali trovandosi sopra d' una pianura, riguardano oggetti vicini all' orizzonte; giugne poi ad oltrepassare 80 miglia ove l' occhio si trovi elevato fino all' altezza d' un miglio; oppur nel caso ch' essendo l' occhio vicino all' orizzonte, si trovino gli oggetti elevati d' assai. L' efficace cagione, che in siffatti casi ci vieta di poter vedere più oltre, è senza verun dubbio la sfericità della Terra.

Fine del Tomo Quarto.

IN-

INDICE

Delle Lezioni, e degli Articoli contenuti in questo Volume.

AR-

Fine del Indice del Tomo IV.

OLA II.
Fig. 38.
Fig. 39.
Fig. 40.